om The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Über Gummifluß bei Bromeliaceen nebst Beiträgen zu ihrer Anatomie

von

Karl Boresch.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. deutschen Universität in Prag. Nr. 114 der zweiten Folge.

(Mit 3 Tafeln.)

Ausgeführt mit Unterstützung der »Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur in Prag«.

(Vorgelegt in der Sitzung am 14. Oktober 1908.)

Im Warmhause des pflanzenphysiologischen Institutes der deutschen Universität in Prag wird eine von den Gärtnern *Tillandsia Zahnii* benannte Bromeliacee, *Guzmannia Zahnii* Mez, seit längerem kultiviert. An ihr hatte Herr Prof. Dr. H. Molisch schon vor mehreren Jahren eine interessante, bisher nicht beschriebene Erscheinung beobachtet, welche er noch oft zu sehen Gelegenheit hatte, da sie alljährlich an einem oder dem anderen Exemplar der genannten Pflanze zutage trat; es handelt sich um »Gummifluß« bei *Tillandsia Zahnii*. Unmittelbar über dem Erdboden, am Grunde des sichtbaren Stammstückes, dicht unterhalb der Blattrosette quellen bisweilen aus dem Inneren des Stammes glashelle, farblose oder bräunlich gefärbte Gummimassen hervor in Form von Knollen oder Ballen, welche ungefähr die Größe einer Haselnuß und darüber erreichen (Fig. 7, Taf. II); manchmal legt sich das Gummi der Außenseite des Stammes flach an und erlangt dann die Form eines Hohlzylinders. Die Bezeichnung »Gummifluß» kann man wohl mit Recht auch dieser Erscheinung beilegen, da sie ja

om The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

sicherlich eine gewisse Ähnlichkeit z. B. mit dem Gummifluß bei Amygdaleen aufweist; doch tritt er bei diesen oft so reichlich und anhaltend auf, daß er eine sichtliche und bedeutende Schädigung der von der »Gummikrankheit« befallenen Pflanze zur Folge hat; ob der Gummifluß auch bei Bromeliaceen schädigend wirkt, ist nicht unwahrscheinlich, aber schwer zu beweisen.

Prof. Molisch ermunterte mich nun, dieser Beobachtung nachzugehen; ich folgte seiner Anregung um so williger, als sich erwarten ließ, daß diese auffallende Erscheinung nicht auf *Tillandsia Zahnii* allein sich beschränken, sondern eine weitere Verbreitung in der Familie der Bromeliaceen haben dürfte; ferner war Hoffnung vorhanden, daß sich bei der Untersuchung der Frage nach dem Ort und der Art der Entstehung so mancher Beitrag vor allem zur Gummibildung bei Bromeliaceen herausstellen dürfte; denn war man bisher, wie aus den vortrefflichen Untersuchungen Wiesner's[1] und Hartwich's[2] hervorgeht, bei der Frage nach der Provenienz, Entstehung und den Eigenschaften des Bromeliaceengummi nur auf die Untersuchung des Gummi allein angewiesen, so bot sich hier zum erstenmal die Gelegenheit, die gummiliefernde Pflanze selbst zu untersuchen.

Die Untersuchung der Bromeliaceen nach dieser Seite hin stand nun stets im Vordergrunde meines Interesses, im Verlauf derselben gesellten sich jedoch noch andere Beobachtungen hinzu, so vor allem die einer Wachstumseigentümlichkeit des Stammes der Bromeliaceen, mit der ich mich etwas eingehender beschäftigt habe. Die vorliegende Arbeit soll sich nun in drei Teile gliedern; als erster Teil soll ein kurzer Abriß über den Bau dieser Pflanzen vorausgeschickt werden, einerseits um über die im folgenden vorausgesetzten anatomischen Verhältnisse zu orientieren, andrerseits um einige nebenbei gefundene Besonderheiten an passender Stelle einzufügen. Obwohl nun die erst im dritten Teil behandelte Gummibildung bei Bromeliaceen infolge ihrer ausführlicheren Untersuchung

[1] Wiesner J., Gummi und Harze, p. 46 ff., zit. nach Wiesner J., Die Rohstoffe des Pflanzenreiches, 1900, I. Bd., p. 121 ff.

[2] Hartwich, Chagualgummi. Zeitschrift d. allg. österr. Apothekerver., 1896, p. 565 ff., zit. nach Wiesner J., Die Rohstoffe etc.

om The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

an früherer Stelle folgen sollte, so muß ich doch, anknüpfend an die im ersten Teil behandelten anatomischen Verhältnisse als zweiten Teil die Wachstumseigentümlichkeit des Bromeliaceenstammes anreihen, um den logischen Zusammenhang zu wahren.

Als Untersuchungsmaterial standen mir folgende in Warmhäusern verschiedener Gärtnereien kultivierte und meist im Handel[1] erhältliche Bromeliaceen zur Verfügung:[2]

Fascicularia pitcairniifolia Mez (= *Pourretia Mexicana* hort.),
Aregelia cyanea Mez (= *Nidularium denticulatum* Regel),
Aregelia Laurentii Mez (= *Nidularium Laurentii* Regel),
Ananas sativus,
Aechmea fulgens var. *discolor* Brongn.,
Aechmea miniata var. *discolor* hort. (Bak.),
Aechmea caelestis Morr. (= *Hoplophytum caeleste* C. Koch),
Aechmea Pineliana Bak. (= *Echinostachys Pineliana* Brongn.),
Quesnelia roseo-marginata Carr.,
Billbergia permutans (hybr. *B. decora* × *nutans*) — (= *B. Windi* hort.),
Billbergia nutans Wendl.,
Pitcairnia Roezlii Morr.,
Puya violacea Mez (= *Puya glabrata* Phil.),
Vriesea psittacina Lindl.,
Vriesea longebracteata Mez,
Vriesea splendens Lem. (= *Tillandsia splendens* Brongn.),
Guzmannia lingulata Mez (= *Caraguata lingulata* Lindl.),
Guzmannia Peacockii Mez (= *Caraguata Peacockii* Morr.),
Guzmannia Zahnii Mez (= *Tillandsia Zahnii* hort.).

---

[1] Die Anschaffung dieser Pflanzen wurde durch eine mir von der »Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur in Böhmen« verliehene Subvention ermöglicht, wofür ich derselben zu größtem Danke verpflichtet bin.

[2] In der Bezeichnung der Pflanzen richtete ich mich nach Mez C., *Bromeliaceae* in De Candolle, Monographiae Phanerogamarum, Vol. IX, 1896. Die meist in den Gärtnereien üblichen Synonyma sind daneben in Klammer gesetzt.

om The Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. H. Molisch, der durch seinen vortrefflichen Rat und sein freundliches Wort meine Arbeit nach jeder Richtung hin unterstützt und gefördert hat, sei an dieser Stelle der innigste Dank gesagt.

Auch Herrn Privatdozent Dr. O. Richter gebührt für sein meinen Untersuchungen jederzeit entgegengebrachtes warmes Interesse herzlichster Dank.

I. Der allgemeine anatomische Bau der Bromeliaceen nebst einigen Besonderheiten.

Bekanntlich sind die Bromeliaceen terrestrisch oder epiphytisch lebende Bewohner der neuen Welt. Der meist kurze Stamm läßt sich in der Regel in das niederblattragende Rhizom und einen mit gestauchten Internodien versehenen Teil, welcher die zu einer Rosette gruppierten Laubblätter trägt, gliedern. Das Wachstum ist meist ein langsames, oft vergehen Jahre, bis sich die Pflanze zur Blütenbildung anschickt und die Entfaltung der Blüte scheint den Höhepunkt im Leben der Bromeliacee zu bedeuten; denn meist geht die abgeblühte Pflanze früher oder später zugrunde, nachdem sie jedoch noch durch Bildung von Seitensprossen, welche aus der Mutterpflanze am Grunde des Stammes hervorkommen, für ihre vegetative Vermehrung gesorgt hat.

Der Stamm.

Macht man einen Querschnitt durch den Stamm einer Bromeliacee, so bietet derselbe dem Beschauer ein höchst verworrenes Bild. Zunächst kann man bemerken, daß er sich in einen Zentralzylinder und in eine diesen umgebende Rinde gliedert. Der erstere zeigt den typischen Bau des monokotylen Stammes, die randständigen Gefäßbündel sind dichter gedrängt als die in der Mitte gelegenen. Die Rinde wird meist nur von wenigen Gefäßbündeln durchzogen. Die dem Zentralzylinder angehörigen kollateralen Fibrovasalstränge, welche bisweilen

om The Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

gedreht sind, d. h. Holz- und Bastteil liegen nicht immer in der Richtung des Radius, zeigen sichel- oder halbmondförmige, auch ringförmig geschlossene Bastbelege, welche aus sklerenchymatischen, verholzten, oft braun gefärbten Zellen bestehen. Was ihren Verlauf betrifft, so konnte auch ich in zahlreichen Fällen die für Bromeliaceen charakteristische Modifikation des Palmentypus bestätigen, die schon Unger[1] an *Bromelia Ananas* und Falkenberg[2] an *Nidularium rigidum* beobachtet hat; sie besteht darin, »daß gleichzeitig mehrere Stränge in derselben Höhe sich einem anderen Strang anschließen, so daß, von unten betrachtet, ein Strang sich plötzlich in drei oder vier Stränge zu spalten scheint«. Querschnitte in der Höhe der Vereinigung zeigen dann gewöhnlich Stränge mit einem zentral gelegenen Bastbündel, welchem seitlich die Gefäßbündel anliegen. Aus dem Zentralzylinder treten durch die Rinde in die Blätter häufig Blattspurstränge über, welche schräg, ja selbst horizontal verlaufen, weshalb sie am Stammquerschnitt in ihrem Längsschnitt getroffen werden. Noch verworrener werden die Verhältnisse durch den merkwürdigen Anschluß der Adventivwurzeln an den Stamm; die Insertion derselben erfolgt oft in bedeutender Höhe am Zentralzylinder, manchmal in sehr großer Nähe vom Vegetationspunkt, mitten unter den zu den Blättern führenden Blattspursträngen. Dieses Verhalten findet wohl seine Erklärung in der im Verhältnis zur Größe der Blattrosette geringen Stammlänge, so daß die Wurzeln, falls sie ihrer mechanischen Funktion, der Befestigung der Pflanze, nachkommen sollen, die Angriffspunkte der Kraft möglichst hoch hinauf verlegen müssen. Noch sonderbarer ist aber der Verlauf dieser Wurzeln; sie treten nämlich nicht in der Höhe ihrer Ansatzstelle aus der Rinde ins Freie aus, sondern ziehen durch dieselbe parallel zur Achse des Stammes oft auf weite Strecken hinab, um endlich viel tiefer unterhalb ihres Ursprungs aus dem Stamm hervorzubrechen; diese interessanten Eigentümlichkeiten der Wurzeln der

---

[1] Unger F., Über den Bau und das Wachstum des Dicotyledonenstammes, 1840, p. 50.

[2] Falkenberg P., Vergleichende Untersuchungen über den Bau der Vegetationsorgane der Monocotyledonen, 1876, p. 70 ff.

om The Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Bromeliaceen hat Jörgersen[1] zum Gegenstande seines Studiums gemacht. Die vertikal nach abwärts ziehenden Wurzeln werden auf dem Querschnitt durch den Stamm quergeschnitten sein und den radialen Bau ihres Gefäßbündels deutlich erkennen lassen. Unter diesen Umständen ist es möglich, quer- und längsgeschnittene kollaterale und quergeschnittene radiäre Gefaßbündel dicht beisammen auf einem Querschnitt vereinigt zu sehen. Verhältnisse, welche ganz besonders deutlich die Grenze zwischen Zentralzylinder und Rinde bestimmen, sollen im zweiten Teil behandelt werden. Das übrige Gewebe ist meist Parenchym, so das der Rinde oder das Grundgewebe des Zentralzylinders; doch können auch die Zellen des letzteren ihre Wände verdicken und Holzsubstanz einlagern, so besonders im unteren Teil des Stammes *(Guzmannia Zahnii, Guzmannia Peacockii)*. Durch ihre Größe fallen auch zahlreiche raphidenhältige Schleimzellen auf, die in allen Teilen der Pflanze vorkommen.

Das Rhizom ist nach außen durch ein Periderm abgeschlossen, welches der laubblattragenden Region des Stammes fehlt und seine Entstehung einem deutlich entwickelten Phellogen verdankt; manchmal, so besonders schön bei *Guzmannia lingulata*, erreicht der Kork eine ganz erstaunliche Mächtigkeit. Falkenberg[2] erwähnt bei *Aechmea fulgens*, daß der äußere Teil der Rinde von Gefäßbündeln freibleibt und infolge des Auftretens eines später verholzenden Periderms abstirbt und abgesprengt wird. Diesen Vorgang, der sich vielleicht mit der Borkenbildung bei Dikotylen vergleichen ließe, konnte ich auch bei *Quesnelia roseo-marginata* beobachten und er scheint bei Bromeliaceen überhaupt verbreitet zu sein. Dieses Periderm gibt wohl infolge seiner Verholzung keine deutliche Korkreaktion, sondern beim Kochen mit Kalilauge verquellen bloß seine Zellen.

---

[1] Jörgersen A., Bidrag til. Rodens Naturhistorie, I. Botanisk Tidsskrift 3 R., 2. Bd. (Kopenhagen 1878), p. 141 ff., nach dem Ref. v. Warming in Just, Bot. Jahrb. 1878, I. Abt., p. 43.

[2] Falkenberg, l. c., p. 74.

om The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Die Wurzel

besteht ebenfalls aus einem Zentralzylinder und einer Rinde. Jener zeigt ein radiäres Gefäßbündel, dessen Mitte häufig von einem sklerenchymatischen braun gefärbten Marke eingenommen wird; nach außen zu wird er von einer wohl entwickelten Endodermis eingeschlossen. Die Rinde ist infolge ihrer Ausbildung besonders auffällig; der innere und bei weitem kleinere Teil derselben, welcher unmittelbar auf die Endodermis folgt, besteht aus einem lockeren Parenchymgewebe. An diesen parenchymatischen Teil schließt sich unvermittelt ein mächtig entwickelter sklerenchymatischer Ring von tief rotbrauner Farbe an, der nach Mez[1] als charakteristisches Merkmal für die Familie der Bromeliaceen anzusehen ist (l'écorce intermédiaire). Der rindenläufige Teil der Wurzel wird gegen das umgebende parenchymatische Rindengewebe des Stammes durch eine Lage von Zellen, deren äußere Wand anscheinend sehr dick ist und als weißglänzende Schicht deutlich hervortritt, abgegrenzt; nach ihrer Lage muß man sie als Wurzelepidermis ansprechen, der die Reste der beim Durchbruch der Wurzel beiseite geschobenen, gepreßten, teilweise wohl auch aufgelösten Rindenzellen aufliegen; so erscheinen die hier gelegenen Raphidenzellen ganz eng und tangential zur Wurzelperipherie gepreßt. In jungem Zustand gibt diese Schichte ausgezeichnet die Zellulosereaktion mit Chlorzinkjod. Wahrscheinlich hat auch Jörgersen[2] diese Schichte bereits gesehen; »das Wurzeln angrenzende Stengelparenchym wird oft in eine gelbe, fast homogene Masse umgebildet, in welcher die Zellwände nur undeutlich hervorschimmern«.

Verschiedene Elemente des Stammes und der Wurzel, meist sklerenchymatische Zellen, so die Rinde und das Mark der Wurzeln, die Bastbelege der Gefäßbündel des Stammes, sind mit einem braunen Stoff tingiert; sie zeigen, mit einer Lösung von Eisensulfat behandelt, eine intensive Schwärzung; vielleicht ist der Stoff, welcher ihre Braunfärbung bedingt, gerbstoffartiger Natur.

---

[1] Mez, l. c., p. XLVI ff.

[2] Jörgersen, l. c.

om The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Eine auffallende Reaktion mit Chlorzinkjod bei Aechmea Pineliana.

Zerschneidet man den Stamm der genannten Pflanze, so erscheinen die Schnittflächen gelb; Querschnitte im Mikroskop zeigen sowohl im Zentralzylinder als auch in der Rinde zahlreiche Zellen von hellgelbem Inhalt. Setzt man nun Chlorzinkjod hinzu, so färbt sich der Inhalt dieser Zellen in kurzer Zeit intensiv schwarzblau (stellenweise erscheint eine grüne Farbe, die aber nur die Mischfarbe aus dem Blau der Reaktion und dem Gelb des Reagens ist). Diese so entstandene Färbung ist nicht diffus, sondern an einen fein gekörnelten Niederschlag in den Zellen gebunden, der aber auch in die Umgebung des Schnittes austritt. Diese Reaktion gelingt mit andern Jodlösungen (Jodwasser, -tinktur, -chloralhydrat) nicht, was schon darauf deutet, daß beide Komponenten im Chlorzinkjod für das Zustandekommen der Reaktion notwendig sind; davon kann man sich auch dadurch überzeugen, daß man Schnitte zunächst mit einer Lösung von Zinkchlorid behandelt, was eine gekörnelte Fällung von gelber Farbe in den Zellen zur Folge hat, und dann Jodwasser zusetzt, worauf die Blaufärbung eintritt. Diese Reaktion scheint also einem in diesen Zellen gelösten Stoffe zuzukommen, der, durch das Chlorzink gefällt, das Jod in blauer Farbe speichert. Und daß es wahrscheinlich auch derselbe Körper ist, der die gelbe Farbe dieser Zellen hervorruft, geht aus der Tatsache hervor, daß die Blaufärbung durch das Chlorzinkjod nur dort auftritt, wo das Gewebe gelb gefärbt ist; so reicht die gelbe Färbung in der Rinde des Stammes höher als im Zentralzylinder, sie fehlt und mithin auch die Reaktion der nahe unter dem Vegetationspunkt gelegenen Partie des Stammes, ferner ganz jungen Seitensprossen, überhaupt mit einem Wort: wo sich noch embryonales Gewebe vorfindet.

Über die beiläufige Natur dieses Stoffes gibt vermutlich folgende Reaktion Aufschluß. Legt man Schnitte durch den Stamm dieser Pflanze in eine verdünnte Lösung von Eisensulfat, so färben sich dieselben gelb gefärbten Zellen, wie sie eben besprochen wurden, schmutzig grün; in gleicher Weise ist auch hier die Färbung nicht gleichmäßig, sondern kommt

om The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

einem feinen Niederschlag zu, wie wir ihn oben bei der Reaktion mit Chlorzinkjod kennen gelernt haben. Häufig erscheinen auch in den Zellen verschieden große Tropfen von der genannten Farbe, was vielleicht mit der durch die Plasmolyse allmählich erfolgten Konzentration zusammenhängt. Setzt man nun zu den so behandelten Schnitten Chlorzinkjod hinzu, dann schlägt der schmutziggrüne Farbenton in den früher beschriebenen schwarzblauen um. Diese Tatsache sowie der Umstand, daß diese Reaktion ebenso wie die frühere nur den gelben Zellen zukommt, rechtfertigt die Vermutung, daß es sich bei den Reaktionen um ein und denselben Körper handelt, welcher die Gelbfärbung der Zellen hervorruft, und, nach der Reaktion mit Eisensulfat zu schließen, ein eisengrünender Gerbstoff sein dürfte.

Daß diese Reaktionen mit Alkoholmaterial nicht gelangen, wies darauf hin, daß dieser gelbe Körper in Alkohol löslich sei, um so mehr, als der Alkohol sich auch gelb färbte. Die Löslichkeit dieses Körpers in Alkohol gestattet es nun, dieselben Reaktionen auch außerhalb der Pflanze auszuführen. Macht man ein alkolisches Extrakt aus dem Stamme dieser Pflanze und läßt den Alkohol abdampfen, so bleibt ein Rückstand von intensiv gelber Farbe zurück, welcher auf Zusatz nur von Chlorzinkjod und nicht anderer Jodlösungen eine tief blaue, auf Zusatz von Eisensalzlösungen eine schmutziggrüne Farbe annimmt. Dieser Versuch, der mit schon reineren, d. h. einfacheren Lösungen ausgeführt wurde, ist eine Stütze mehr für die oben ausgesprochene Vermutung.

Braungefärbte Krystallsphärite bei Aechmea Pineliana.

Des öfteren erblickt man in Schnitten durch den Stamm einer lebenden *Aechmea Pineliana*, bisweilen in großer Zahl und verschiedener Größe, gelbbraune Sphärite. Sie traten stets nur in abgestorbenen Zellen, also postmortal, auf, und zwar entweder einzeln und dann meist größer oder zu mehreren und dann kleiner. Beim Erwärmen auf dem Objektträger über dem Mikrobrenner verschwanden sie, indem sie in Lösung gingen; daß hiedurch die Konzentration sehr gering wird, dürfte vielleicht der Grund sein, warum sie beim Abkühlen nicht neuerlich ausfallen.

om The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Diese Eigenschaft kann man dazu verwerten, wahrscheinlich dieselben Krystalle auch außerhalb der Pflanze zu erhalten. Stammschnitte von *Aechmea Pineliana* wurden gekocht, die Lösung eingeengt und auf dem Objektträger verdampfen gelassen. Es bildeten sich nun braune Krystallsphärite meist etwas größer als die in der Pflanze auftretenden; sie verschwanden beim Erwärmen wiederum und erwiesen sich als schwach gerbstoffhaltig. Ihre chemische Natur ist mir unbekannt.

II. Eine Wachstumseigentümlichkeit des Bromeliaceenstammes.

Macht man einen Querschnitt durch den laubblattragenden Teil des Stammes einer mehrjährigen Bromeliacee, z. B. *Aechmea Pineliana*, so fällt an der Grenze zwischen Zentralzylinder und Rinde eine ringförmige, meristematische Zone auf, welche sich durch meist tangentiale Teilungen ihrer Zellen und durch das Auftreten von Gefäßbündelanlagen verschiedenen Alters auszeichnet (Fig. 1, Taf. I).

Die Zellen dieser Zone weisen gegenüber ihren Nachbarzellen, welche das Parenchym der Rinde und des Zentralzylinders zusammensetzen, mannigfache Verschiedenheiten auf; ihr Bau ist zarter, ihre Wände sind nicht verdickt, häufig ist ihnen eine in tangentialer Richtung gestreckte Gestalt eigen, während in ihrer Umgebung polygonal geformte Zellen zu finden sind; auch an Größe kommen sie ihren Nachbaren nicht gleich; meist führen sie einen deutlichen Kern, der Besitz von Stärke geht ihnen ab, höchstens gelangen in ihnen nur winzig kleine Stärkekörner zur Ausbildung; diese werden, je weiter sie sich von der Zone entfernen, um so größer, bis sie ihre für die betreffende Pflanzenart charakteristische Größe erreicht haben; Interzellularräume fehlen zumeist, wenn sie aber vorhanden sind, bringen sie es nur zu geringer Ausdehnung im Gegensatz zu den Zellen der Nachbarschaft, welche deutliche, oft von Luft erfüllte Räume zwischen sich lassen; dieser Mangel an Interzellularen und besonders das Fehlen von Stärke sind zwei Umstände, die das bisweilen ganz prägnante Hervortreten dieser Zone bedingen, indem sie

om The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

sich als heller Ring von ihrer grau erscheinenden Umgebung abhebt.

Die hier erfolgenden Teilungen spielen sich meist bei weitem nicht mit jener Intensität ab, mit der z. B. der Verdickungsring einer *Dracaena* unermüdlich neue Zellen schafft; denn nur bisweilen in Fällen, welche noch später beschrieben werden sollen, ordnen sich die neugebildeten Elemente in radiären Reihen an und liefern dann ein Bild, das mich anfangs lebhaft an die Wachstumsvorgänge bei *Dracaena* erinnerte; ist also die Tätigkeit dieser Zone größtenteils eine nur geringe, so lassen sich doch stets die in ihr entstehenden Teilungswände deutlich erkennen und die hier gebildeten Prokambiumstränge geben das beste Zeugnis von der nicht erloschenen zellenbildenden Tätigkeit derselben.

Die Vorgänge, die sich hier bei der Entstehung der Gefäßbündel abwickeln, sind ganz ähnlich jenen, wie sie z. B. Sanio[1] für *Ruscus* beschrieben hat, und werden durch die Fig. 1 bis 4 (Taf. I) anschaulich gemacht. Je tiefer gegen die Mitte des Stammes zu die Prokambiumstränge zu liegen kommen, eine desto höhere Entwicklung zeigen sie. Zunächst treten in einzelnen Zellen der meristematischen Zone zahlreiche Teilungswände in radialer, tangentialer und schräger Richtung auf, aber noch längere Zeit ist es möglich, die Konturen dieser ursprünglichen Zellen zu erkennen (Fig. 3, Taf. I); allmählich aber werden ihre Umrisse durch die weiter fortschreitenden Teilungen verwischt, es entstehen die ersten Bastzellen (Fig. 1, Taf. I); an der Innenseite des Prokambiumstranges verrät sich der Holzteil durch das größere Lumen seiner Elemente, die ersten Gefäße tauchen auf, während an der äußeren Seite der Fibrovasalstranganlage die Zellen, welche den künftigen Bastbeleg zu bilden bestimmt sind, ihre Wände verdicken (Fig. 2, Taf. I), bis schließlich das fertige Gefäßbündel mit seiner mächtigen Bastsichel vorliegt (Fig. 4, Taf. I).

Dieses ringförmige Teilungsgewebe, durch dessen Tätigkeit Parenchymzellen und Gefäßbündel erzeugt werden, konnte bei

---

[1] Sanio C., Vergleichende Untersuchungen über die Zusammensetzung des Holzkörpers. Bot. Ztg., XXI. Jahrg., 1863, p. 383.

om The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

sämtlichen untersuchten Bromeliaceen in mehr minder großer Deutlichkeit nachgewiesen werden.

Zur Klärung dieser Teilungsvorgänge soll nun ein Rückblick auf die Literatur geworfen werden, um ähnliche Verhältnisse bei Monokotylen aufzudecken und Anhaltspunkte zu gewinnen, wie sich diesen verwandten Erscheinungen der vorliegende Fall beiordnet.

Bekanntlich lassen sich bei den Monokotylen hinsichtlich des Dickenwachstums zwei Gruppen unterscheiden, die eine mit begrenztem, die andere mit unbegrenztem Dickenwachstum; was die erste Gruppe anlangt, war Schleiden[1] der erste, welcher, wenn auch noch unklar, erkannte, »daß ebenso wie man es längst von den Dikotylen wußte, auch bei Monokotylen die Entstehung der Gefäßbündel in einer unter der Stammoberfläche gelegenen Cambialschicht stattfinde, in welcher gleichzeitig mit den Gefäßbündeln auch das zur weiteren Ausbildung des Stammes dienende parenchymatose Gewebe zur Entwicklung kommt«. Karsten[2] zeigte uns, daß die mächtigen Stämme der Palmen einem in ihrer Stammspitze tätigen Kegelmantel von kambialem Gewebe die Entstehung von Gefäßbündeln und Parenchym nach innen, in zentripetaler Folge, verdanken; hat dieser kambiale Kegelmantel, welcher bei vorgeschrittener Entwicklung in seinem unteren Teil die Form eines Zylinders besitzt, die verschiedenen Teile des Stammes ausgebildet, dann wird der Bildung von neuen Zellen Einhalt geboten, seine Zellen verholzen und erzeugen nach Karsten den sogenannten Holzzylinder. Schacht[3] behauptet, daß der Stamm sämtlicher Monokotylen auf dem Querschnitt dicht unterhalb der Terminalknospe einen »Verdickungsring« zeige; auch v. Mohl,[4] der den bogigen Verlauf der Gefäßbündel bei Monokotylen durch die Tätigkeit dieses kambialen Kegelmantels erklärte, und Sanio,[5] der diese Verhältnisse für *Ruscus* feststellen konnte, sind geneigt, den Besitz dieses Verdickungsringes (Kambiumschicht nach Mohl), der die Pflanze zu einem, wenn auch nur vorübergehenden Dickenwachstum in der Stammspitze befähigt, für die Monokotylen überhaupt zu verallgemeinern. In der Folgezeit konnte Falkenberg[6] zeigen, daß

[1] Schleiden M. J., Grundz. d. wiss. Bot. etc., 1843, II., zit. nach Mohl H. v., Über die Cambiumschicht des Stammes der Phanerogamen und ihr Verhältnis zum Dickenwachstum desselben. Bot. Zeitg., XVI. Jahrg., 1858, p. 185.

[2] Karsten H., Die Vegetationsorgane der Palmen, 1847, zit. nach Mohl, l. c., p. 193.

[3] Schacht H., Die Pflanzenzelle, 1852, p. 318.

[4] Mohl H. v., Über die Cambiumschicht des Stammes der Phanerogamen und ihr Verhältnis zum Dickenwachstum desselben. Bot. Zeitg., XVI. Jahrg., 1858, p. 185.

[5] Sanio C., Vergleichende Untersuchungen über die Zusammensetzung des Holzkörpers. Bot. Ztg., XXI. Jahrg., p. 383.

[6] Falkenberg, l. c., p. 144.

om The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

dieses vorübergehende Dickenwachstum des Zentralzylinders, welches sich nur auf einen kurzen Stengelabschnitt unterhalb des Vegetationspunktes erstreckt und nur kurze Zeit andauert, nicht nur auf *Ruscus* sich beschränkt, sondern auch bei *Allium Cepa*, *Cordyline vivipara* und *Tradescantia argentea* vorhanden ist. Und Schoute[1] schließt umgekehrt aus dem häufigen Vorkommen des von v. Mohl erklärten, für Monokotylen charakteristischen Gefäßbündelverlaufes, daß das »Dickenwachstum mittels eines solchen Cambiums in der Spitze eine sehr allgemein verbreitete Eigenschaft ist, was auch durch die anatomische Untersuchung bestätigt wird«. In jüngster Zeit konnte auch Straßburger[2] die v. Mohl'schen Angaben für den eine bedeutende Größe erreichenden Vegetationspunkt der Palme *Washingtonia filifera* bestätigen.

In schroffen Gegensatz zu diesen Beobachtungen stellt sich Nägeli,[3] welcher als »Monokotyledonentypus mit begrenzter Bildung von Fibrovasalsträngen«, wohin »die Palmen mit der großen Mehrzahl der Monokotyledonen gehören«, die Wachstumsverhältnisse bei *Chamaedorea elatior* Mart. anführt: »Aus dem Urmeristem scheiden sich zahlreiche Cambiumstränge aus, welcher Prozeß in den Internodien im Zentrum beginnt und ziemlich rasch nach der Peripherie hin fortschreitet. Ich kenne bei *Chamaedorea* keine Erscheinung, welche so (als Verdickungsring) bezeichnet werden könnte, indem die Cambiumstränge, wie bereits gesagt wurde, beinahe gleichzeitig angelegt werden und die Teilung der Parenchymzellen auf allen Punkten des Querschnittes fast gleichzeitig aufhört«. Nägeli kann »also die Erreichung der definitiven Stammdicke nur als eine Folge der Ausdehnung der im Vegetationspunkt gebildeten Zellen ansehen.«[4] Falkenberg[5] wirft die Frage auf, »ob der Stamm der überwiegenden Mehrzahl von Monocotyledonen in seiner ganzen oft einen bedeutenden Durchmesser erreichenden Dicke direkt aus dem Vegetationspunkt gebildet wird, oder ob er in seinen jüngsten Teilen ein, wenn auch nur vorübergehendes Dickenwachstum besitzt«. Ob letzteres bei allen Monokotylen vorkommt, scheint ihm zweifelhaft »und hat Schacht, der dasselbe als regelmäßig vorhanden annimmt, vielleicht häufig die peripherischen Zellen des Zentralzylinders, welche häufig einen prokambialen Zustand durchlaufen, für den Verdickungsring gehalten«. Und bezüglich der Verdickungsweise der Palmenstämme berichtet Eichler:[6] »Die ganze Stammverdickung beruht aber nur auf Erweiterung der Grundgewebs-

---

[1] Schoute J. C., Die Stammesbildung der Monokotylen, Flora. 92. Bd., Jahrg. 1903, p. 37.

[2] Strasburger E., Über die Verdickungsweise der Stämme von Palmen und Schraubenbäumen. Pringsh. Jahrb. für wiss. Bot., 43. Bd., 1906, p. 585.

[3] Nägeli C., Beiträge zur wiss. Bot., 1. Heft, 1858, p. 19 ff.

[4] Falkenberg, l. c., p. 11.

[5] Falkenberg, l. c., p. 10 und 145.

[6] Eichler, Über die Verdickungsweise der Palmenstämme, Sitzber. d. Akad. d. Wiss. zu Berlin, 1886, Bd. XXVIII, p. 501, zit. nach Strasburger E., Über den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen. Jena, 1891, p. 381.

om The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

zellen, und zwar des Parenchyms derselben, wie der die Gefäßbündel begleitenden Sklerenchymfaserbelege«.

Wir sehen somit, daß sich die Monokotylen mit begrenztem Dickenwachstum nach unseren derzeitigen Kenntnissen hinsichtlich desselben in zwei Gruppen teilen lassen, eine Unterscheidung, die durchaus nicht immer auf systematische Einheiten Rücksicht zu nehmen braucht (Palmen); in der einen wird die Stammesverdickung lediglich der Erweiterung der aus dem Urmeristem des Vegetationspunktes gebildeten Elemente zugeschrieben, in der anderen Gruppe, welche wohl eine weit größere Verbreitung haben dürfte, kommt es im Vegetationspunkt zur Ausbildung eines kambialen Kegelmantels, der nach innen Gefäßbündel und Parenchym erzeugend, den Stamm befähigt, vorübergehend in die Dicke zu wachsen; natürlich wird auch hier der Größenzunahme der aus demselben gebildeten Zellen eine nicht zu unterschätzende Rolle für die endgültige Dicke des Stammes zukommen. Trotz der Verschiedenheit haben beide eines gemeinsam, in beiden Fällen handelt es sich um die Anlage von primären Geweben, um primäres Dickenwachstum; denn auch der kambiale Kegelmantel ist, da er sich direkt aus dem Urmeristem des Stammscheitels ableitet, als primäres Meristem anzusehen und »die aus dem primären Meristem direkt hervorgegangenen Gewebemassen und ihre Anordnung werden die primären genannt«.[1]

Den Monokotylen mit begrenztem Dickenwachstum steht nun eine allerdings nur kleine Gruppe gegenüber, welche unbegrenzt in die Dicke wächst und am würdigsten von dem durch seine Riesendimensionen und sein gewaltiges Alter ausgezeichneten Drachenbaum vertreten wird; derselbe besitzt einen dauernd tätigen Verdickungsring, der sich in ähnlicher Weise wie das eben geschilderte primäre Kambium betätigt; und diese äußere Ähnlichkeit dürfte der Grund gewesen sein, warum er von den älteren Forschern, Schleiden,[2] Karsten,[3] v. Mohl,[4] Sanio[5] für identisch gehalten wurde mit dem in der Stammspitze liegenden Kambium primärer Art; sie stellten sich eben vor, daß die Tätigkeit des letzteren bei *Dracaena* im Gegensatz zu anderen Monokotylen nicht erlösche, sondern erhalten bleibe, solange der betreffende Stamm oder Ast lebt. Erst die trefflichen Untersuchungen Millardets[6] haben Klarheit in diese Verhältnisse gebracht und für *Dracaena* den Besitz zweier Kambien ergeben; das eine entfaltet seine Tätigkeit in der Stammspitze und führt zur Entstehung

---

[1] De Bary A., Vergl. Anat. d. Vegetationsorgane etc., 1877, p. 235.

[2] Schleiden, l. c., zit. nach Mohl, l. c., p. 193.

[3] Karsten, l. c., zit. nach Mohl, l. c., p. 195.

[4] Mohl H. v., l. c., p. 194 ff.

[5] Sanio C., l. c., p. 385.

[6] Millardet A., Sur l'anatomie et le développement du corps ligneux dans les genres *Yucca* et *Dracaena* (Extr. d. Mém. Soc. Imp. Sc. nat. de Cherbourg, t. XI, 1865), zit. nach dem Ref. v. Reess, Bot. Zeitg., XXV. Jahrg., 1867, p. 14.

om The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/ www.biol

von Gefäßbündeln in der bekannten Weise, wie dies bereits Sanio für *Ruscus* beschrieben hat. »Successive Querschnitte durch tiefer liegende Partien des Stammes zeigten aber noch ein weiteres Cambium und eine weitere Holzlage von wesentlich anderer Entstehung und Beschaffenheit, welche der Verfasser als sekundäres Cambium und sekundäres Holz bezeichnet entsprechend der »schon von Nägeli hervorgehobenen Unterscheidung«. Das Auftreten dieses zweiten Verdickungsringes wird dadurch eingeleitet, daß in gewissem Abstand vom Vegetationspunkt die bereits in Dauergewebe übergegangenen Randzellen des Zentralzylinders zu neuem Leben erwachen, indem in ihnen zahlreiche Teilungen erfolgen und so ein sekundäres oder Folgemeristem zur Ausbildung bringen.

Die Bezeichnungen »primäres und sekundäres Gewebe, beziehungsweise Wachstum« lassen sich somit bei *Dracaena* ungemein scharf auseinanderhalten, indem die primäre Anordnung der Gewebe durch die Tätigkeit des primären Kambiums in der Spitze des Stammes hervorgeht, der sekundäre Zuwachs aber sein Dasein einem sekundären oder Folgemeristem verdankt. Etwas schwieriger ist schon diese Unterscheidung bei der ebenfalls von Millardet[1] untersuchten *Yucca aloifolia*, wo die sekundäre Kambiumschicht sich aus dem primären Parenchym der Stammspitze einige Millimeter unterhalb des punctum vegetationis ausscheidet; und noch mehr verschwimmen diese beiden Begriffe bei *Calodracon Jacquini*, welche Nägeli[2] als »Monokotyledonentypus mit unbegrenzter Bildung von Fibrovasalsträngen« beschreibt: »Aus dem Urmeristem scheiden sich zahlreiche Cambiumstränge aus. Das zwischenliegende Meristem bleibt noch eine Zeitlang in Teilung, vorzüglich durch Querwände; die Entstehung von Längswänden in demselben hört frühzeitig auf. Außerhalb der Cambiumbündel beharrt aber eine ringförmige Schicht in Bildungstätigkeit; (sie) dauert so lang der Stamm oder Ast lebt«. Obwohl also nach den Untersuchungen Nägeli's dieser Meristemring sich direkt aus dem Urmeristem des Vegetationspunktes ableitet, also primär ist, so sprechen wir dennoch von sekundärem Dickenzuwachs bei *Calodracon*. Eine noch größere Verwirrung wurde dadurch hervorgerufen, daß diese übliche Unterscheidung zwischen primären und sekundären Geweben von der Sanio'schen Initialtheorie beeinflußt wurde.[3] De Bary[4] bereits fühlt sicherlich die Unmöglichkeit einer scharfen diesbezüglichen Abgrenzung, indem er schreibt: »Es ist nun allerdings a priori zu erwarten, daß die Ausbildung der primären Gewebemassen nicht plötzlich, sondern in bestimmter Sukzession erfolgt, und daß die sekundäre Veränderung sich an sie unmittelbar anschließen kann, ohne scharfe Abgrenzung beider Prozesse. Immerhin aber läßt sich hier in zahlreichen typischen Fällen eine Grenze finden und von dieser ausgehend allgemein durchführen«. Schoute[5]

[1] Millardet A., l. c. nach dem Ref. l. c., p. 16.

[2] Nägeli, l. c., p. 21.

[3] Schoute J. C., Über Zellteilungsvorgänge im Cambium (Verh. kon. Ak. Wetenschr., Amsterdam, Deel IX, Nr. 4, 1902, zit. nach dem Ref. v. E. Küster, Just's bot. Jahrb., XXX. Jahrg., 1902, 2. Abt., p. 287.

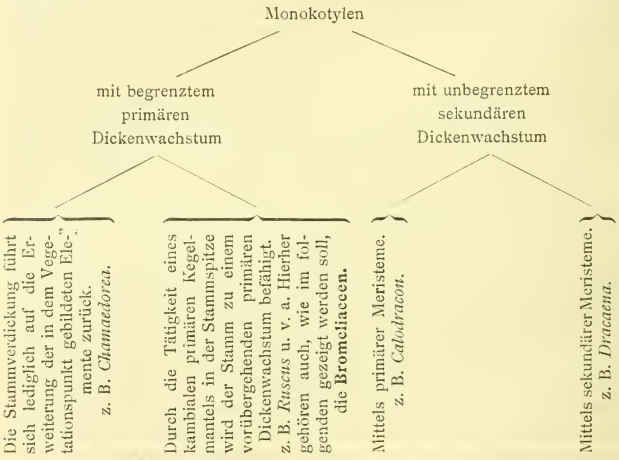
[4] De Bary, l. c., p. 234.

[5] Schoute, l. c., 1902.

om The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

endlich zeigte an der Hand seiner Untersuchungen über Zellteilungsvorgänge im Kambium, daß es eine anatomische Trennung dieser Gewebearten nicht gebe; nur vom physiologischen Standpunkte aus sei es möglich, eine Unterscheidung zu treffen: »Die primären Gewebe sind solche, welche direkt vom Embryo oder von den Vegetationspunkten aus gebildet werden. Bei vielen Pflanzen genügen diese Gewebe den Anforderungen der Pflanze nicht und es werden nach beendigtem Längenwachstum der Organe neue Gewebe gebildet, d. h. das nachträgliche oder sekundäre Dickenwachstum.« Und Strasburger[1] scheint die Palme *Washingtonia filifera* ein neues Beispiel dafür zu bieten, wie schwierig eine diesbezügliche Unterscheidung sei. Dieser Wandlung der ursprünglich so klaren Begriffe trägt denn auch die Definition derselben Rechnung, welche Strasburger[2] im Lehrbuch der Botanik gibt: »Die primären sind solche, welche aus dem Urmeristem und primären Meristemen vor beendigtem Längenwachstum hervorgehen, die sekundären solche, welche den primären Meristemen oder den Folgemeristemen nach beendetem Längenwachstum ihre Entstehung verdanken«.

Den Überblick über diese Literaturzusammenstellung soll folgendes Schema erleichtern:



Bei einem Vergleich des eingangs (p. 1042 ff.) beschriebenen Meristems bei Bromeliaceen mit den eben erwähnten Fällen, wo ein Kambium bei Monokotylen überhaupt beobachtet wurde,

[1] Strasburger, l. c., 1906, p. 601.

[2] Strasburger, Noll, Schenck, Karsten, Lehrb. d. Botanik, Jena 1908, p. 85.

om The Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

zeigt sich zunächst, daß der Bildungsprozeß in ihm hier wie dort seinem Wesen nach derselbe ist, und es drängen sich nun die Fragen auf, zu welchem der vorerwähnten Wachstumstypen die Bromeliaceen hinsichtlich ihrer Stammentwicklung zu rechnen sind, ob die hier herrschenden Bildungsvorgänge primärer oder sekundärer Natur sind, welche Eigenschaften und welche Bedeutung diesem Meristem zukommen.

Zu diesem Zwecke ist es notwendig, sich einen Überblick über die Erstreckung dieses Meristems in der Pflanze zu verschaffen. Daraufhin wurde der Stamm einer älteren *Aechmea Pineliana*, die aber noch nicht geblüht hatte, untersucht; er wurde radial der Länge nach entzweigeschnitten; diesen Längsschnitt stellt die Fig. 5 (Taf. I) in natürlicher Größe dar; der Stamm hat im ganzen eine Höhe von zirka 4 *cm*, unmittelbar unter dem Vegetationspunkt ist sein Durchmesser nicht unbeträchtlich. Nun wurden durch eine seiner Längshälften Querschnitte in verschiedener Höhe ausgeführt und auf das Vorhandensein des Meristems untersucht.

Der Querschnitt bei *a* (25 *mm* Entfernung vom Scheitel), wo die ersten Wurzeln entspringen, am Beginn der laubblattragenden Region des Stammes, zeigte das Meristem in einer Ausbildung, welche an Deutlichkeit nichts zu wünschen übrig ließ; die Teilung durch tangentiale Wände war meist überall so intensiv, daß sich die neugebildeten Zellen in radiären Reihen anordneten, zahlreiche junge Prokambiumstränge waren in Entstehung begriffen; ihr Verlauf war ganz unregelmäßig, vertikal, schräg, ja selbst horizontal; bisweilen ließ sich ein deutlicher Zusammenhang dieser Teilungsvorgänge mit der Entstehung einer Wurzel feststellen. Im Querschnitt bei *b* (20 *mm* vom Vegetationspunkt entfernt) war die Zone ebenfalls scharf kenntlich, besonders deshalb, weil auch sie wie überhaupt alles embryonale Gewebe den bei *Aechmea Pineliana* gefundenen Stoff (p. 1040), der die Gelbfärbung des Stammes verursacht, nicht besitzt und deshalb sich als helle Zone von der gelben Umgebung abhebt; aber die Intensität der Teilungen hat stark abgenommen, es kommt nicht mehr zur radialen Anordnung der Zellen, immerhin sind aber stets tangential gestellte Teilungswände und Gefäßbündelanlagen verschiedenen Alters von meist vertikalem Verlauf zu erkennen. Bei *c* (10 *mm* Distanz vom Scheitel) waren die Verhältnisse im wesentlichen dieselben wie bei *b*; in diesen Höhen wird die ringförmige Zone oft von den in die Blätter austretenden Blattspursträngen unterbrochen. Bei *d* (5 *mm* Abstand vom Vegetationspunkt) ist die Zone als solche nur mehr schwer zu erkennen; das hat seinen Grund hauptsächlich darin, daß die Zellen hier alle mehr minder jung sind und so ein deutlicher Unterschied zwischen embryonalem und Dauergewebe nicht hervortreten kann; die jugendlichen Prokambiumstränge werden, da sie in dieser obersten Region bogig zusammenneigen im Querschnitt

om The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

stets schief getroffen, was auch zur Verundeutlichung der Verhältnisse beiträgt. Dafür läßt sich auf Radialschnitten der Verlauf dieses Meristems mit der größten Deutlichkeit verfolgen und feststellen, daß es sich bis unmittelbar in das Urmeristem des Vegetationskegels, der in Form einer kleinen Kuppe vorragt, fortsetzt; dies konnte ich bei allen daraufhin untersuchten Bromeliaceen bestätigen.

Aus diesen Untersuchungen geht hervor, daß das in Betracht kommende Meristem tief im Stamm herabreicht, daß es in seinem unteren Teil die Form eines Zylindermantels hat und oben gegen die Spitze des Stammes zu in einen Kegelmantel sich verjüngt, der sich unmittelbar bis in das Urmeristem des Vegetationspunktes verfolgen läßt.

Querschnitte durch den Stamm von *Aechmea Pineliana* unterhalb von *a* in der Entfernung von 30 und 34 *mm* vom Scheitel, wo zahlreiche Wurzeln ihren Ursprung nehmen, lassen zwar die Zone noch deutlich erkennen, aber an ihrer Außenseite beginnen einzelne Zellen ihre Wände zu verdicken, verholzen allmählich und so kommt es zur Ausbildung eines Sklerenchymringes, der eine höchst auffällige Grenze zwischen Zentralzylinder und Rinde abgibt; diese »Außenscheide« hat Falkenberg[1] in den mit gestreckten Internodien versehenen und Niederblätter tragenden Ausläufern von *Aechmea fulgens* gesehen; ich fand sie ferner noch bei *Aechmea coelestis*, *Puya glabrata*, *Billbergia pyramidalis;* bei *Guzmannia Zahnii* tritt sie ganz besonders deutlich durch ihre braune Färbung in Erscheinung.

Wie gelangt nun dieses verhältnismäßig tief herabreichende Meristem zur Ausbildung? Darüber gab die Untersuchung von verschieden alten Seitensprossen derselben Art, z. B. von *Billbergia pyramidalis* Auskunft.

I. Seitensproß noch im Knospenzustand, zirka 4 *cm* hoch: Das Meristem, welches unmittelbar aus dem Urmeristem des Vegetationspunktes hervorging, reichte ungefähr 5 *mm* tief.

Diesem kambialen Kegelmantel verdankt der Vegetationspunkt seine ziemlich beträchtliche Größe und die ganze Zusammensetzung der Stammspitze dieser Knospe verglichen mit den analogen Fällen in der Literatur, läßt keinen Zweifel aufkommen, daß es sich hier um jenes primäre in der Stamm-

[1] Falkenberg, l. c., p. 73, ff.

om The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

spitze tätige Meristem handelt, welches die eine Gruppe der Monokotylen mit begrenztem Dickenzuwachs charakterisiert.

II. Seitensproß mit 9 Laubblättern, noch nicht bewurzelt; zirka 25 *cm* hoch und in seinem unteren Teil 4 bis 5 *cm* an Umfang: Das Meristem ließ sich bis zu einer beiläufigen Entfernung von 20 *mm* vom Vegetationspunkt verfolgen.

III. Seitensproß mit 11 Laubblättern, bereits eingewurzelt, ungefähr 35 *cm* hoch, unten 8 bis 9 *cm* im Umfang: In einer Tiefe von zirka 35 *mm* war bereits der Sklerenchymring ausgebildet.

Ähnliches ergab auch die Untersuchung zweier junger Seitensprosse von *Guzmannia lingulata*.

In einem derselben, der noch sehr unentwickelt war, reichte das Kambium nur beiläufig 5 *mm* herab; in dem anderen, das etwas höhere Entwicklung zeigte, erstreckte es sich bis auf 13 *mm* Entfernung vom Vegetationspunkt.

Das in entwickelten Bromeliaceen ziemlich tief herabreichende Meristem dürfte also so entstanden sein, daß der primäre vom Vegetationspunkt sich direkt ableitende Kegelmantel, wie wir ihn in ganz jungen Knospen finden, der emporwachsenden Stammspitze zwar folgte, in seinem unteren Teil aber nicht in Dauergewebe überging, sondern erhalten blieb, wenn er auch an Intensität seiner Bildungstätigkeit bedeutend verloren hat.

Diese Angaben, daß nämlich das in Frage stehende Meristem sich stets bis in den Vegetationspunkt verfolgen läßt und daß es in jungen Entwicklungsstadien der Pflanze nur auf ein kurzes Stengelstück unterhalb des Vegetationspunktes sich erstreckt, mit zunehmendem Alter aber an Ausdehnung beträchtlich gewinnt, machen es in hohem Grade wahrscheinlich, daß wir es bei allen Bromeliaceen der verschiedensten Entwicklungsstufen, wofern sie ein derartiges Meristem besitzen, mit einem solchen primärer Natur zu tun haben. Hiermit steht auch der Umstand in Einklang, daß sich nirgends Anhaltspunkte boten, welche auf den sekundären Charakter desselben deuten würden; denn nirgends ließ sich die Erscheinung beobachten, daß fertige Dauerzellen sich mit einemmal zu teilen begonnen und zur Ausbildung eines bis in den Vegetationspunkt reichenden Folgemeristems geführt hätten.

Eine andere Frage ist nun die, ob die von diesem primären Meristem gebildeten Gewebe primär oder sekundär sind, wissen wir ja doch, daß auch sekundäre Gewebe primären Meristemen

om The Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

nach beendigtem Längenwachstum der Organe entstammen können. Und hier scheint mir wieder ein Fall gegeben zu sein, wie schwierig es ist, eine strenge Unterscheidung zwischen beiden Begriffen zu treffen. Wann kann man von beendigtem Längenwachstum des Stammes einer Bromeliacee sprechen? Erst wenn dieselbe auf dem durch die leuchtend gefärbten Hochblätter geschmückten Blütenschaft ihre Blüten entfaltet hat und der Vegetationspunkt aufgebraucht worden ist, oder schon früher, wo das Längenwachstum des Stammes sicherlich schon längere Zeit stagniert? Ich möchte zu der ersteren Ansicht hinneigen und alle aus ihm hervorgehenden Bildungen als primär bezeichnen. Wenn die Bromeliacee geblüht und so gewissermaßen den Kulminationspunkt ihres Lebens überschritten hat, dann scheint auch, soweit meine Erfahrungen reichen, der Zeitpunkt gekommen zu sein, wann dieses Meristem in Dauergewebe übergeht; in abgeblühten Pflanzen z. B. *Billbergia pyramidalis, Guzmannia lingulata, Aechmea coelestis, Aechmea miniata* var. *discolor* fand ich an jenen Orten, wo sonst das Meristem tätig war, keine Teilungen mehr, sondern lediglich gewöhnliche Parenchymzellen, welche sich in nichts von dem benachbarten Grundgewebe der Rinde oder des Zentralzylinders unterscheiden; höchstens die am Rande gelegenen Gefäßbündel erscheinen jünger und deuten so noch auf das ehemals hier vorhandene Meristem. Nur im unteren Teile, wo die meisten Wurzeln entspringen, scheint es manchmal *(Guzmannia lingulata, Aechmea coelestis, Billbergia pyramidalis)* noch länger sich zu erhalten. Auch darauf soll noch hingewiesen werden, daß der Zeitpunkt des Verblühens nicht genau mit dem des Erlöschens der kambialen Tätigkeit zusammenfällt, indem z. B. bei *Aregelia Laurentii* selbst nach dem Verblühen noch Neubildungen, wenn auch nur spärlich, beobachtet werden konnten.

Habe ich mich im Vorausgehenden für die primäre Natur dieses Meristems und des aus ihm hervorgehenden Gewebes entschieden und erscheinen hierdurch die Bromeliaceen zu jener Gruppe von Monokotylen gestellt, bei denen in der Stammspitze ein primäres Meristem in der Gestalt eines Kegelmantels den Stamm zu einem primären begrenzten Dickenwachstum be-

om The Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

fähigt (p. 1048), so sollen noch zwei allerdings schon erwähnte Eigenschaften desselben besonders betont werden, welche in der Regel dem primären Meristem der Stammspitze, dessen Tätigkeit sich meist nur auf einen kurzen Stengelabschnitt unter dem Vegetationspunkt erstreckt und nur kurze Zeit anhält, nicht zukommen, wohl aber bei den sekundär unbegrenzt in die Dicke wachsenden Monokotylen allerdings in noch viel ausgeprägterer Weise auftreten. Die eine dieser Eigenschaften ist sein im Vergleich zur Stammlänge tiefes Herabreichen im Stamme[1]; ein noch tätiges Meristem ließ sich, um nur einige Beispiele zu erwähnen, bei *Guzmannia Zahnii* bis auf zirka 20 *mm*, *Aechmea coelestis* 23 *mm*, *Billbergia pyramidalis* 17 *mm*, *Ananassa sativa* zirka 50 *mm* Entfernung vom Stammscheitel konstatieren. Oft wird es in der unteren Partie des Stammes, dem die Wurzeln entspringen, besonders deutlich, was mit gleich im folgenden zu besprechenden Verhältnissen zusammenhängen dürfte. Und noch eine andere merkwürdige Eigenschaft kommt ihm zu, welche darin besteht, daß es lange Zeit, Jahre hindurch, anhält, was jedenfalls mit dem langsamen Wachstum einer Bromeliacee zusammenhängt; hat dieses in der Blütenbildung sein Ende gefunden, dann wird auch, wie schon erwähnt, der Tätigkeit des Meristems ein Ziel gesetzt.

Was für eine Bedeutung hat nun dieses primäre Meristem von den eben geschilderten Eigenschaften für die Pflanze? Hauptsächlich der unmittelbar unter dem Vegetationspunkt gelegene Teil desselben dient besonders in jungen Sprossen der Anlage der primären Gewebe des Stammes und befähigt ihn zu einem primären Dickenwachstum; selbstverständlich kommt auch die Erweiterung der hier gebildeten Elemente als ein wesentlicher Faktor für die definitive Größe des Stamm-

[1] Absolut gemessen erreicht seine Längserstreckung keinen hohen Wert, weil die untersuchten Bromeliaceen einen nur kurzen Stamm, der übrigens den meisten Vertretern dieser Familie zukommt, besitzen. Von großem Interesse wäre es, baumförmige Bromeliaceen nach dieser Richtung hin zu untersuchen. Hier möge auch erwähnt werden, daß Pax (Engler-Prantl, die natürlichen Pflanzenfamilien II, 5. Abt., 1888, p. 116), bei Agave, welche in mehr als einer Beziehung mit den Bromeliaceen verwandt ist, auch ein allerdings den baumartigen Liliaceen ähnliches Dickenwachstum fand.

om The Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

durchmessers in Betracht. Aber auch weiter unten wird dieses Meristem sein Scherflein mit zur Verdickung des Stammes beitragen, da ja immer noch in ihm neues Gewebe gebildet wird; aber seine Tätigkeit hat bedeutend nachgelassen, was erstens daraus hervorgeht, daß hier die Teilungen niemals besonders zahlreich vorkommen und zweitens aus der Erwägung einleuchtet, daß bei gleichbleibender Intensität seiner Tätigkeit der Stamm eine viel beträchtlichere Dicke erreichen müßte, als es tatsächlich der Fall ist. Vielleicht soll durch die Erhaltung seiner Funktion der Pflanze nicht die Möglichkeit benommen werden, ihrem jeweiligen Bedürfnis entsprechend neue Wasserbahnen zu bauen, ähnlich wie es Strasburger[1] für die sekundären Neubildungen bei *Washingtonia filifera* auf Grund eingehender Untersuchungen gezeigt hat, und soll so das Leitungssystem funktionstüchtig erhalten werden, auf dessen Leistungsfähigkeit ja später bei der oft ungemein rasch erfolgenden Blütenbildung große Ansprüche erhoben werden. Endlich kommt ihm die Aufgabe zu, die Insertion der Adventivwurzeln an die Gefäßbündel des Zentralzylinders zu besorgen, wie es besonders in der reichlich Wurzeln tragenden Partie des Rhizoms der Fall ist, womit wahrscheinlich die oben schon angedeutete, besonders deutliche Ausbildung des Kambiums und seine hier länger andauernde Tätigkeit in Einklang zu bringen ist. Damit harmoniert auch die Tatsache, daß die hier entstehenden Gefäßbündel durchaus nicht stets parallel zur Längsachse des Stammes angelegt werden, sondern sie verlaufen im Gegenteil in den verschiedensten Richtungen, selbst horizontal bogenförmig, wie es eben gerade notwendig ist. Diese letztere ihm zufallende Aufgabe erinnert an Beobachtungen Falkenbergs[2] in Rhizomen von *Majanthemum*, *Typha* und in der Zwiebel von *Allium*, wo häufig die äußern Schichten des Zentralzylinders, wo sie eine dem Perikambium der Wurzeln entsprechende Schicht darstellen, aus der sich die Beiwurzeln entwickeln, zartwandig bleiben. Gerade diese Tätigkeit des Meristems wird für die Bromeliaceen von Wichtigkeit sein, bei

[1] Strasburger, l. c. 1906, p. 596.
[2] Falkenberg, l. c., p. 148/9.

om The Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

denen wie eingangs geschildert wurde (p. 1037), die Wurzeln oft in bedeutender Höhe inseriert werden.[1]

III. Gummibildung bei Bromeliaceen.

In den Sechzigerjahren des vorigen Jahrhunderts wurde eine neue Gummiart, *Goma Chagual*, aus St. Jago di Chile, wo sie angeblich als arabisches Gummi benützt wurde, beschrieben, ohne daß jedoch ihr Ursprung nachgewiesen worden wäre. Ist seine Provenienz, wie ich der »Rohstofflehre« von Wiesner entnehme, auch heute noch nicht völlig geklärt, so ist doch soviel sicher, daß dasselbe von mehreren der Gattung *Puya (Pourretia)* angehörigen Bromeliaceen abstammt; wiederholt ist *Puya coarctata* als die Mutterpflanze desselben angegeben worden, allein die von Wiesner[2] und Hartwich[3] untersuchten Proben wiesen durchaus nicht auf die Abstammung von dieser Pflanze her. Wiesner, dem wir mannigfache Untersuchungen über das Chagualgummi verdanken, gibt an, daß es sich an Stengeln, und zwar an Blütenschäften, und an Blättern ansammelt, wie aus der Beschaffenheit der Bruchstücke hervorgeht.[4]

Die eingangs beschriebene Entdeckung Molisch's ist deshalb von besonderem Interesse, weil sie dartut, daß man auch bei uns an einer in unsern Warmhäusern kultivierten Bromeliacee, *Guzmannia Zahnii* bisweilen Gummifluß beobachten kann. Die Vermutung, daß diese Erscheinung nicht vereinzelt unter den Bromeliaceen dastehe, sondern auch anderen Angehörigen dieser Familie zukomme, bestätigte sich bei der

---

[1] Anfangs dachte ich an die Möglichkeit, daß das Fortbestehen des primären Meristems mit der Bildung der für die hier entstehenden Seitensprosse notwendigen Leitungsbahnen zusammenhänge. Allein dagegen spricht schon die allseitige und weite Verbreitung des Meristems als auch die direkte Feststellung der diesbezüglichen anatomischen Verhältnisse; die den Seitensproß versorgenden Leitungsbahnen schließen sich tief im Innern des Zentralzylinders der Mutterpflanze an deren Gefäßbündel an.

[2] Wiesner J., Gummi und Harze, p. 46 ff, zit. nach Wiesner J., Die Rohstoffe des Pflanzenreiches, 1900, p. 121.

[3] Hartwich, Chagualgummi, Zeitschr. d. allg. österr. Apothekerver. 1896, p. 565 ff, zit. nach Wiesner, Rohstoffe etc., p. 122.

[4] Wiesner J., Die Rohstoffe des Pflanzenreiches, Leipzig, 1900, p. 121 ff.

om The Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Suche nach ähnlichen Fällen vollauf, wie aus der nun folgenden Aufzählung jener Pflanzen hervorgeht, an denen ich teils in Prag, teils in andern Städten Gummifluß feststellen konnte.[1]

Aregelia princeps Mez,
** *Aregelia Laurentii* Mez,
Aregelia concentrica Mez,
Nidularium fulgens,
Aechmea caerulescens,
** *Aechmea miniata* var. *discolor*,
** *Aechmea caelestis* Morr.,
Aechmea Van Houtteana Mez,
** *Aechmea Pincliana* Bak.,
* *Quesnelia rosco-marginata* Carr.,
* *Billbergia pernutans* (*B. Windi* hort.),
* *Billbergia nutans* Wendl.,
** *Pitcairnia Roezlii* Morr.,
Vriesea longebracteata Mez,
** *Vriesea splendens* Lem.

Bei all den genannten Pflanzen bot der Gummifluß dasselbe oder ein ähnliches Bild, wie es bereits für *Guzmannia Zahnii* beschrieben wurde. Verschieden große Gummimassen von knollenförmiger, bisweilen auch hohlzylindrischer Form, teils glashell, teils in verschiedener Abstufung gelb- bis braungefärbt, waren am Grunde des Stammes unterhalb der Blattrosette aus dem Innern hervorgequollen und hatten sich hier angesammelt. Verhältnismäßig häufig trat Gummifluß bei *Guzmannia Zahnii* und *Aechmea Pineliana* ein. Ein Urteil darüber auszusprechen, ob sich im Austritt des Gummis eine gewisse jährliche Periodizität ergebe oder nicht, reichen meine Untersuchungen nicht aus.

[1] Mit zwei Sternchen sind jene Pflanzen bezeichnet, wo die Originale selbst, die den Gummifluß zeigten, untersucht werden konnten. Von anderen Bromeliaceen konnte ich mir die Exemplare, an welchen ich den Gummifluß sah, nicht beschaffen; hier mußte ich mich begnügen, andere Pflanzen derselben Art, welche also keinen Gummifluß zeigten, zu untersuchen. Diese habe ich mit einem Sternchen bezeichnet. Unbezeichnet sind jene Pflanzen, deren Erwerbung mir nicht möglich war, an denen ich lediglich den Gummifluß beobachten konnte.

om The Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Soweit ich die geringe mir zur Verfügung stehende Menge des ausgetretenen Gummi auf seine Eigenschaften geprüft habe, stimmen sie mit der von Wiesner[1] gegebenen, eingehenden Beschreibung des Chagualgummi überein. Es ist durchsichtig, farblos oder von gelber, brauner bis schwarzer Farbe. Das Gummi von *Aechmea Pineliana*, das ursprünglich beim Austritt hellgelb war, wurde längere Zeit offen am Stamme belassen, wobei es eine schwarze Farbe annahm; diese Farbenwandlung könnte ihren Grund in gewissen oxydativen Vorgängen oder in der Einwirkung von Mikroorganismen haben.[2] Einen Ausnahmsfall, der sich mir während meinen Untersuchungen nur ein einzigesmal bot, dürfte wohl eine im durchfallenden Lichte schön grüne Färbung von Gummitröpfchen sein, welche aus einer durch den unteren Teil des Stammes von *Billbergia pyramidalis* geführten Schnittfläche hervorgequollen waren. Die Trommer'sche Zuckerprobe, die Prüfung auf Gerbstoffgehalt, die Ligninreaktion gelangen nicht; auch sein Verhalten gegen Jodlösungen ergab nichts Besonderes; die Wiesner'sche Gummireaktion mit Orcin[3] trat prächtig ein. Beim Austritt aus dem Stamm ist das Gummi stark gequollen; läßt man diese Ballen längere Zeit an der Luft liegen, so schrumpfen sie zu einem unscheinbaren Klümpchen zusammen.

Vorkommen des Gummi in Gummiräumen.

Auffindung derselben. Untersucht man die Pflanzen, bei denen Gummifluß beobachtet wurde, so findet man oft schon mit freiem Auge sichtbar im Stamme mit Gummi erfüllte Räume. Will man sich rasch über das Vorhandensein, die Verbreitung oder Verteilung derselben orientieren, so empfiehlt es sich, den Stamm der Quere und der Länge nach in zahlreiche Stücke zu zerschneiden und in eine feuchte Kammer zu legen.

---

[1] Wiesner, Rohstoffe, l. c.

[2] Vielleicht dürfte auch die verschiedene Färbung der von Wiesner und Hartwich untersuchten Stücke von Chagualgummi zum Teil auf solche Vorgänge zurückzuführen sein.

[3] Wiesner J., Über das Gummiferment. Diese Sitzungsberichte, XCII. Bd., I. Abt., Juliheft, 1885, p. 40.

om The Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Wo nun Gummiherde angeschnitten worden sind, dort quellen aus der Schnittfläche kleine Gummitröpfchen hervor und verraten so die Orte der Gummibildung. Doch sind in manchen Fällen diese Gummigänge nur schwer zu finden und können leicht übersehen werden; und selbst auf mikroskopischen Schnitten ist es manchmal nicht leicht, die Gummilücken, besonders wenn sie klein oder von farblosem Gummi erfüllt sind, zu erkennen; da ist es zweckmäßig die Schnitte mit einem Gummi tingierenden Farbstoff zu behandeln, z. B. mit Rutheniumrot, welches das Gummi prachtvoll ausfärbt und so kenntlich macht.

Ihre Verbreitung in der Familie der Bromeliaceen. Wie ja selbstverständlich ist, konnte bei allen Bromeliaceen, aus denen Gummi ausgetreten war, auch das Vorhandensein von Gummigängen konstatiert werden. Außerdem fand ich solche noch bei *Aechmea fulgens* var. *discolor* und *Billbergia pyramidalis*, obwohl die untersuchten Exemplare keinen Gummifluß gezeigt hatten; auch möchte ich zu der Ansicht hinneigen, daß bei allen Bromeliaceen, in deren Innern Gummi gebildet wird, dasselbe gelegentlich auch austreten kann. Überhaupt ist nach Mez[1] das Vorkommen von Gummiräumen bei Bromeliaceen keine Seltenheit: »De grands canaux gummifères lysigènes semblent caractéristiques pour le cylindre central des *Puya* § *Pourretia*.... Des canaux gummifères se trouvent, en outre, chez de nombreux (mais non chez tous) Vriesea, soit dans le cylindre central (p. ex. V. procera, Philippo-Coburgi, tesselata), soit dans l'écorce extérieure (V. goniorhachis) où ils forment des cavités énormes remplies d'une substance jaune. Ils se trouvent de même dans l'écorce de la hampe des *Tillandsia* § *Platystachys*....; chez le *T. compressa* ils sont accolés par rangées de deux à trois.«

Ihre Anordnung und Verteilung innerhalb der einzelnen Pflanzen. Bei den von mir untersuchten Bromeliaceen trat eine Regelmäßigkeit in der Anordnung der Gummi-

[1] Mez, l. c., p. LII.

om The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

räume nicht hervor. Über ihre Verteilung in den einzelnen Vegetationsorganen gibt folgende Tabelle Aufschluß:

Name der Bromeliacee	Stamm		Blatt
	Zentralzylinder	Rinde	
Guzmannia Zahnii	+ [1]	+	
Aechmea Pineliana [2]	+	+	
Aechmea fulgens var. *disc.*	+	+	
Quesnelia rosco-marginata		+	
Aechmea miniata var. *disc.*		+	
Billbergia nutans		+	
Aregelia Laurentii		+	
Billbergia pyramidalis		+	
Billbergia pernutans	+	+	
Pitcairnia Roezlii		+	+

Aus dieser Tabelle geht hervor, daß bei den mir zur Verfügung stehenden Bromeliaceen der Hauptsitz des Gummi der Rinde des Stammes zukomme und auch dort, wo sich im Zentralzylinder Gummiräume befinden, treten sie an Zahl denen der Rinde gegenüber zurück, auch scheinen sie mehr den unteren Teil des Stammes zu bevorzugen. Als einziger Fall, wo sich Gummibildung im Blatte feststellen ließ, ist mir *Pitcairnia Roezlii* bekannt geworden, wo sie aber nur auf den untersten Teil der Blätter beschränkt ist. In Wurzeln fand ich niemals derartige Gummiräume.

Ihre Zahl, Größe und Gestalt. Die Zahl der Gummilücken in den einzelnen Pflanzen schwankt ganz bedeutend. Während z. B. bei *Guzmannia Zahnii, Aechmea Pineliana* besonders die Rinde von ihnen förmlich durchsetzt ist, treten sie bei anderen Bromeliaceen *(Billbergia pyramidalis, Aechmea miniata* var. *discolor)* nur vereinzelt auf. Wie ihre Zahl, so ist

[1] Das + zeigt jene Vegetationsorgane an, in denen ich Gummibildung beobachten konnte.

[2] Bei dieser Pflanze erwähnt auch Mez das Vorkommen von großen lysigenen mit Gummi erfüllten Lücken (l. c., p. XLVIII).

om The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

auch ihre Größe und Gestalt sehr verschieden; letztere — und das gilt besonders von den großen Gummiherden — ist meist rundlich, sonst aber unbestimmt, länglich, gekrümmt u. s. w. eine eigentümliche Gestaltung wiesen sie bei *Aechmea fulgens* var. *disc.* und *Billbergia nutans* auf, wo sie mehr gangartig sind und einem beim Schneiden durch das Messer entstandenen Riß ähnelten. Auch ihre Dimensionen sind großen Schwankungen unterworfen; so führte *Vriesea splendens* reichlich Gummilücken, welche die Größe einer Zelle aus der Umgebung hatten, bei *Aechmea Pineliana* dagegen maßen manche Gummihöhlen fast die Rindenbreite.

Physikalische und chemische Eigenschaften des die Gummiräume erfüllenden Gummi.

In der Regel ist dasselbe im Mikroskop farblos, oft genug zeigt es aber auch eine gelbe oder braune Färbung von verschiedener Nuance, hauptsächlich dann, wenn der Gummiraum schon älter ist oder unmittelbar an braungefärbtes Gewebe, z. B. an die Sklerenchymrinde einer die Stammrinde durchziehenden Wurzel angrenzt. Meist erscheint das Gummi strukturlos, manchmal aber besonders erst beim Ausfärben differenzieren sich zarte Stränge in ihm, welche von den Wandungen der in das Gummi hineinragenden Zellen ausstrahlen. In Stammstücken von *Aechmea miniata* var. *discolor* und *Quesnelia roseo-marginata*, die längere Zeit in Alkohol gelegen waren, wies das Gummi eine merkwürdige Schaumstruktur auf; in ihm war eine Anzahl von verschieden großen, doppeltkonturierten rundlichen Hohlräumen zu sehen, die infolge ihrer dichten Aneinanderlagerung ein Zellengewebe in vollendeter Weise vortäuschten; allein beim Kochen mit Kalilauge verschwand dieses Truggebilde alsbald spurlos; jedenfalls kommt es erst durch Einwirkung des Alkohols zustande, denn an frischem Material war nie etwas derartiges zu sehen. Dieses Kunstprodukt erinnert an das von Molisch[1] beschriebene, merkwürdige Verhalten des Milchsaftes von *Carica Papaya* L.;

[1] Molisch H., Studien über den Milchsaft und Schleimsaft der Pflanzen. Jena, 1901, p. 61.

om The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

bei Berührung mit Wasser sieht man in ihm ein wabenartiges Netz auftreten. Und ein ähnliches künstliches Zellengewebe erzielte auch Beijerinck[1] aus einer Emulsion von Gelatine und »löslicher Stärke«. Manchmal entsteht bei Zusatz von Alkohol im Gummi eine feine körnelige Fällung.

Das Gummi färbt sich mit Anilinblau, Gentianaviolett, am brillantesten aber mit Rutheniumrot. Mit Eisensulfat behandelt gaben braungefärbte Gummiräume von *Aechmea miniata* var. *discolor* eine auf den Gehalt von eisengrünendem Gerbstoff deutende Schwarzgrünfärbung; augenscheinlich ist hier derselbe braune Farbstoff im Gummi gelöst, welcher sonst die Braunfärbung gewisser Gewebepartien bewirkt.[1] Ein höchst sonderbares Verhalten zeigte das Gummi in den Höhlungen des Stammes von *Quesnelia roseo-marginata* nach Zusatz von Jodwasser oder Jodkali; das Gummi wurde alsdann prächtig grün, was aber vielleicht eine Mischfarbe sein könnte; jedenfalls muß sie auf einen in diesem Gummi gelösten Stoff zurückgeführt werden, denn sonst fand sie sich nirgends.

Thyllenartiges Vorwachsen der Wandzellen in das Innere der Gummiräume.

So ziemlich bei allen Bromeliaceen, bei denen Gummiräume zur Ausbildung gelangen, ist das Verhalten gewisser Wandzellen derselben ein merkwürdiges; sie treiben nämlich thyllenartige Ausstülpungen, die durch wiederholte Teilung auch mehrzellig werden können, in das Innere der mit Gummi erfüllten Höhlungen (Fig. 13, Taf. III).

Berechtigung dieser Bezeichnung und Ähnliches in der Literatur. Der Name »Thyllen« soll streng genommen nur für die Aussackungen der benachbarten Zellen in das Lumen von Gefäßen gebraucht werden. Nichtsdestoweniger kann man nach Küster[2] als Thyllenbildungen »alle Hypertrophien zusammenfassen, die durch lokalisiertes Flächenwachstum der Membranen gekennzeichnet sind und irgend

[1] Beijerinck M. W., Eigentümlichk. d. lösl. Stärke (Zentralbl. f. Bakt., II. Abt., Bd. II, 1896, p. 697), zit. nach O. Richter, Fortschritte der bot. Mikrochemie. (Zeitschr. f. wiss. Mikrosk., Bd. XXII, 1905, p. 226.)

[2] Küster E., Pathologische Pflanzenanatomie, Jena, 1903, p. 99.

om The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

welche Hohlräume im Pflanzenkörper füllen«; nach der dort angegebenen Literatur sind bereits zahlreiche Fälle bekannt, wo Thyllenbildung in Sekretlücken beobachtet wurde. Ferner erinnern die hier sich darbietenden Bilder lebhaft an eine bei der Kirschgummibildung schon von Wigand[1] gemachte Beobachtung, die später auch von anderen (Sorauer,[2] Mikosch[3]) bestätigt wurde; einzelne an Rindengummiräume der Kirsche angrenzende Markstrahlzellen können nämlich in die weiche Masse des Gummi hineinwachsen, sich teilen und so Büschel von dendritischer Form bilden, welche dann auch an der Gummibildung teilnehmen.

Ihre Entstehung. In unserem Falle kommen die thyllenartigen Bildungen in den Gummiräumen dadurch zustande, daß sich zunächst die angrenzenden Zellen durch einseitiges Wachstum ihrer Wand vergrößern und gegen das Innere der Gummihöhlung vorwölben; weiterhin können sie sich teilen, die Teilung kann sich wiederholen, bis schließlich ganze Schnüre oder Fäden (Fig. 13, Taf. III, und Fig. 6, Taf. II) entstehen, welche tief in das Gummi hineinragen; man empfängt den Eindruck, als ob dieses an Thyllen erinnernde Parenchym zur Verstopfung des Gummiraumes berufen wäre und in der Tat kann man manchmal bei allerdings schon älteren Gummiräumen die Beobachtung machen, daß sie von diesen Thyllenbildungen ausgefüllt sind (Fig. 8, Taf. II), welche dadurch, daß sie oft miteinander verwachsen, das Aussehen eines Gewebes erhalten. Dieser ganze Vorgang ihrer Entstehung ähnelt sehr gewissen von Massart[4] bei Phanerogamen beschriebenen Vernarbungserscheinungen.

Ihre Gestalt ist meist kugelig oder rundlich, doch bilden sie manchmal die absonderlichsten Formen, so sind sie schlauchartig gekrümmt, gewunden, handschuhfingerartig aus-

---

[1] Wigand A., Über die Deorganisation der Pflanzenzelle. Pringsh. Jahrb., 3. Bd., 1863.

[2] Sorauer, Handbuch der Pflanzenkrankheiten, I. Aufl., p. 876, zit. nach Mikosch.

[3] Mikosch K., Untersuchungen über die Entstehung des Kirschgummi. Diese Sitzungsberichte, Bd. CXV, Abt. I, Juni 1906, p. 945.

[4] Massart J., La Cicatrisation chez les végétaux, Revue de l'université de Bruxelles, 1898, p. 738.

om The Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

gesackt u. dgl. Ihre Größe schwankt innerhalb bedeutender Grenzen; manche derselben vergrößern ihr Volumen viele Male, so daß manchmal schon wenige solche Zellen genügen, um einen Gummiraum auszufüllen.

Ihre Bestandteile. Was ihren Inhalt anlangt, so kann man bei nicht zu alten »Thyllen« meist einen protoplasmatischen Wandbeleg und einen deutlichen Kern beobachten, beziehungsweise ausfärben: bei *Aechmea Pineliana* fiel mir auf, daß bei Zusatz von Alkohol nur die Kerne der thyllenartigen Aussackungen im Momente des Absterbens deutlich hervortraten, wodurch diese Bildungen leicht von den gewöhnlichen Parenchymzellen unterschieden werden konnten. Des öfteren, besonders in ganz jungen Gummiräumen sieht man im Innern dieser thyllenähnlichen Zellen runde, weiße, stark lichtbrechende Körperchen von geringer Zahl und Größe. Ihre Membran ist meist zart, manchmal aber verdickt sie sich sklerenchymatisch, womit gleichzeitig eine Braunfärbung Hand in Hand geht *(Quesnelia roseo-marginata)*.

Bildung des Gummi.

Bezüglich der Gummibildung bei Bromeliaceen schreibt Wiesner in seiner Rohstofflehre, daß es Hartwich [1] geglückt sei, an dem Gummi selbst zu konstatieren, daß das parenchymatische Grundgewebe der Stengel, beziehungsweise Blätter der Stammpflanze durch Verschleimung der Membran in Gummi umgewandelt werde.

Methodisches: Bei der Frage nach der Entstehung des Gummi erwies sich Rutheniumrot (Rutheniumsesquichlorid), welches von Mangin [2] zur Färbung von Gummi eingeführt und seither schon öfter mit Erfolg angewendet wurde,[3] als vorzügliches Färbemittel. Nach meinen Erfahrungen hat sich Mangin's Rutheniumrot geradezu als ein ausgezeichneter

---

[1] Hartwich, l. c., Wiesner, l. c., p. 123.

[2] Mangin L., Sur l'emploi du rouge de ruthénium en anatomie végétale (Compt. Rend. de l'Ac. des Sc., Paris, t. CXVI, 1893, p. 653), zit. nach dem Ref. v. A. Koch, Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. X, 1893, p. 126.

[3] Richter O., Fortschritte der bot. Mikrochemie etc. Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. XXII, 1905, p. 390.

om The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Gummifarbstoff bewährt, besonders deshalb, weil ihm, wie Mangin ausführt, die wichtige Eigenschaft zukommt, die ersten Entwicklungsstadien gewisser Schleime auszufärben. Nach Mangin soll es auch Pektinstoffe anzeigen, indem es die Eigentümlichkeit hat, »die von Pektinstoffen abstammenden, aber nicht die von Zellulose- und Calloseverflüssigungsprodukten sich ableitenden Gummiarten und Schleime auszufärben«. Die Brauchbarkeit dieser Reaktion erheischt nach Tobler[1] Vorsicht; denn er konnte zeigen, daß auch andere Körper als Pektinstoffe sich mit Rutheniumrot färben; wenn dieser Farbstoff also auch kein spezifisches Reagens auf Pektinstoffe ist, so dürften die Einwände Tobler's für unseren Fall doch nicht so schwerwiegend sein, da sie sich auf die Tinktion von Pilzen und Flechten beziehen, und ich möchte glauben, daß man die Färbbarkeit des Bromeliaceengummi mit Rutheniumrot, wenn auch nicht als Beweis, so doch als Stütze dafür ansehen könnte, daß es zum Teil ein Umwandlungsprodukt der Pektinstoffe sei.

Entstehung der Gummiräume. *Guzmannia Zahnii*, welche, wie schon gesagt wurde, viele und große Gummihöhlen besitzt, wurde als erste nach dieser Richtung hin untersucht. Sie sind zweifellos lysigener Natur, denn die sie umgebenden Zellen, auch solche, die wir bereits als thyllenartige Vorwölbungen in die Gummimasse kennen gelernt haben, sieht man oft in mehr minder vorgeschrittener Auflösung; und nicht nur bei dieser Pflanze, sondern bei allen Bromeliaceen, wo größere Gummilücken zur Ausbildung kommen, ließ sich deren lysigener Charakter feststellen. Bei dieser immer weiter um sich greifenden Gummosis können natürlich auch angrenzende raphidenführende Schleimzellen in Gummi umgewandelt werden; so sah ich bei *Guzmannia Zahnii* solche Zellen, deren Raphiden schon fast ganz aufgelöst waren; im polarisierten Lichte leuchteten nur mehr winzige Partikelchen derselben auf. Hier liegt wiederum einer von den sich immer mehr häufenden

---

[1] Tobler F., Über die Brauchbarkeit von Mangin's Rutheniumrot als Reagens für Pektinstoffe (Zeitschr. f. wiss. Mikrosk., Bd. XXIII, p. 182, 1906), zit. nach pem Ref. v. Freund (Bot. Zentralbl., Bd. CIV, 1906, p. 672).

om The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Fällen vor, wo Auflösung von oxalsaurem Kalk in der Pflanze beobachtet wurde; in der jüngst erschienenen Abhandlung von Massopust[1] findet sich eine Zusammenstellung dieser Fälle vor, daraus sei nur hervorgehoben, daß nach Mikosch[2] das Verschwinden des Kalkoxalates in gummibildenden Rinden der Amygdaleen in einer Beziehung zur Gummibildung stehen soll.

Aber wo der Ausgangspunkt dieses lysigenen Prozesses ist, wo die Gummosis zuerst einsetzt, um von hier immer weiter um sich zu greifen, bis es schließlich zur Ausbildung jener gewaltigen Gummiherde kommt, darüber bot die Untersuchung eines älteren Exemplares von *Guzmannia Zahnii* nur wenig Anhaltspunkte; erst als ein Seitensproß daraufhin geprüft wurde, kam Klarheit in diese Frage; denn die Gummiräume werden wenigstens zum Teil schon in der ganz jungen Pflanze angelegt; auf Radialschnitten erblickt man von unten gegen den Vegetationspunkt fortschreitend immer jüngere Gummiräume, welche in ihrer Ausdehnung stetig abnehmend zu oberst nur mehr dadurch kenntlich sind, daß die Zellen an diesen Stellen von luftführenden Interzellularen frei sind und infolgedessen sich hell von dem übrigen luftführenden und daher schwärzlichgrau erscheinenden Rindengewebe abheben. Färbt man einen solchen Schnitt mit Rutheniumrot aus, so zeigt sich, daß nur die tiefer gelegenen Räume Gummi enthalten, während die höchst gelegenen keines führen. Die Entwicklung eines Gummiraumes nun scheint sich auf folgende Weise zu vollziehen. Die jüngsten zu oberst befindlichen Räume, welche sehr klein sind und noch kein Gummi enthalten, stellen den Anfang zu den später oft so groß werdenden und mit Gummi vollgepfropften Höhlungen vor und scheinen auf schizogene Weise durch Auseinanderweichen der Zellwände gebildet worden zu sein. Die Ursache ihrer Bildung ist mir nicht bekannt, vielleicht könnte man sie auf eine unregelmäßige Tätigkeit des primären Meristems zurückführen, um so mehr als diese Hohlräume oft sehr nahe daran liegen (Fig. 12, Taf. III); die

[1] Massopust Br., Über die Lebensdauer des Markes etc. Sitzungsber. d. d. nat. med. Ver. f. Böhmen »Lotos«, 1906. Nr. 7 u. 8, p. 11.

[2] Mikosch K., l. c., p. 949.

om The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

angrenzenden, hier noch jungen Zellen wölben sich in den Raum thyllenartig vor und können sich auch teilen; so machen sie ganz den Eindruck, als wollten sie den entstandenen Hohlraum ausfüllen (Fig. 18, Taf. III); fast gleichzeitig hiemit setzt nun auch die Gummibildung ein; in den Membranen der umgebenden Zellen treten knotenartige Verbreiterungen auf, den die Wandung des Raumes bildenden Zellen lagert sich Gummi auf, es quillt ganz bedeutend, bis schließlich der ganze Raum mit Gummi erfüllt ist. Mit der Gummibildung hat natürlich der lysigene Prozeß eingesetzt, der schließlich die Entstehung der großen Gummiräume bedingt. So scheint es also, daß wenigstens ein Teil der Gummiherde einer schizolysigenen Bildungsweise sein Dasein verdankt. Schizolysigene Exkretbehälter sind schon öfter beobachtet worden; der Ausdruck stammt von Tschirch,[1] der unter diesem Namen alle Exkretbehälter zusammenfaßt, «die dadurch entstehen, daß zunächst ein schizogener Kanal erzeugt wird und die Randpartie desselben nach und nach aufgelöst wird.« Und jüngst hat Mikosch[2] gezeigt, daß der häufigere Fall bei der Entstehung des Kirschgummi ein schizolysigener Vorgang sei.

Wie eben geschildert wurde, werden bei *Guzmannia Zahnii* — und ähnliches sah ich auch bei *Aechmea Pineliana* — Gummiräume schon in ganz jungen Sprossen angelegt; damit soll aber durchaus nicht gesagt sein, daß nicht auch in älteren Entwicklungsstadien von Bromeliaceen solche entstehen. Schon bei *Guzmannia Zahnii* waren an einer Stelle im Zentralzylinder die Interzellularräume von gelblichem Gummi erfüllt, so daß dadurch das Gewebe an dieser Stelle einen kollenchymatischen Charakter erhielt. Dieses »Gummikollenchym« gewährt ein ähnliches Bild, wie es Molisch[3] bei *Saccharum officinarum* sah, wo die sonst luftführenden Interzellularräume der Umgebung einer Schnittfläche auf die Verwundung hin durch Gummi verstopft wurden; ich fand es ferner noch bei zahlreichen anderen Bromeliaceen im Rindenparenchym des

[1] Tschirch A., Angewandte Pflanzenanatomie, 1889, I. Bd., p. 517.

[2] Mikosch K., l. c., p. 934.

[3] Molisch H., Zur Kenntnis der Thyllen etc. Diese Sitzungsberichte, Bd. XCVII, Abt. I, Juni 1888, p. 264.

om The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/ www.biol

Stammes, so bei *Aechmea fulgens* var. *discolor*, *Billbergia Windi*, *Billbergia nutans*, *Pitcairnia Roezlii*, *Aregelia Laurentii*, ganz besonders schön aber bei *Aechmea miniata* var. *discolor* (Fig. 19, Taf. III); setzt man einem solchen Schnitt Alkohol zu, dann schrumpfen die gummierfüllten Zwischenzellräume infolge der Kontraktion ihres Inhaltes sichtlich zusammen, daraus geht hervor, daß durch die Imbibition des Gummi die Interzellularen erweitert werden; wie aus derselben Abbildung ersichtlich, können zwei benachbarte Interzellularen dadurch, daß die Mittellamelle der sie trennenden Wand verquillt und diese in der Mitte infolgedessen auseinanderweicht, ihren Inhalt vereinigen; schreitet diese Art der Gummosis weiter fort, so erscheint schließlich das ganze Gewebe gelockert, förmlich mazeriert und die Lumina der Zellen auseinandergerückt *(Aechmea fulgens* var. *discolor)* oder aber erweitert sich die Membran bandartig, z. B. bei *Aechmea Pineliana* (Fig. 16, Taf. III), *Vriesea splendens*. Nicht selten quellen in den Interzellularen Tröpfchen aus der Wand hervor (Fig. 20, Taf. III) und dieser Vorgang erinnert an das von Molisch[1] beschriebene Verhalten von Parenchymzellen aus einem verletzten Stengel von *Canna indica*, wo in die Interzellularräume gummiartige Tröpfchen ausgeschieden werden. Bisweilen sitzen der Membran der thyllenartig vorwachsenden Zellen mehr minder gewölbte Kappen von Gummi auf *(Aechmea Pineliana*, *Billbergia Windi)*, was jedenfalls damit zusammenhängen dürfte, daß auch diese Zellen der Gummosis anheimfallen können. Auch »Thyllen« welche ihre Wände sklerenchymatisch verdickt hatten, sah ich in Auflösung, wo sich besonders deutlich der allmähliche Übergang der Membran in Gummi beobachten ließ (Fig. 15, Taf. III). Die Gummibildung im Blatte von *Pitcairnia Roezlii* scheint sich in derselben Weise wie im Stamme zu vollziehen; Fig. 22, Taf. III zeigt ganze Zellreihen durch das dazwischen liegende Gummi auseinander geschoben.

Im Laufe dieser meiner Untersuchungen junger und ausgewachsener Bromeliaceen bin ich zu der Meinung gelangt,

[1] Molisch H., l. c., 1888, p. 292.

om The Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

daß die Gummosis die erste sichtbare Veränderung in der primären Membran der von ihr befallenen Zellen hervorruft, indem diese zuerst verquillt; gestützt wird diese zunächst nur auf Grund der anatomischen Verhältnisse gebildete Anschauung auch durch die intensive Färbbarkeit des Bromeliaceengummi mit Rutheniumrot, besonders in seinen ersten Entwicklungsstadien, weil dieser Farbstoff, wie bereits dargelegt wurde, im allgemeinen die von Pektinstoffen sich ableitenden Umwandlungsprodukte färbt und gerade die Mittellamelle aus Pektinverbindungen besteht. Allmählich wird die ganze Membran aufgelöst, welche man öfter, obwohl stark verquollen, im Gummi eben noch erkennen kann; meiner Ansicht nach schreitet also die Umwandlung der Membran in Gummi von außen nach innen vor, ähnlich wie z. B. beim Gummi arabicum nach den Forschungen von Wigand[1] und Möller,[2] welche allerdings nicht ohne Widerspruch geblieben sind. Irgend welche sichtbaren Veränderungen im Zellinhalt, die darauf deuten würden, daß das Gummi zunächst von der lebenden Substanz der Zelle gebildet wird, so wie es jüngst erst Mikosch[3] für die Kirschgummibildung angibt, habe ich nicht beobachten können.

Selbstverständlich ist die Metamorphose der Membran auch von einer solchen des Zellinhaltes mit seinen Inhaltskörpern, den Stärkekörnern, begleitet. Merkwürdigerweise fanden sich niemals Stärkekörner, bei denen die Reaktion mit Jod versagt hätte; stets trat nach Zusatz von Jod die intensive Schwarzblaufärbung ein, mochten sie auch einer mitten im Gummi gelegenen Zelle angehören; höchstens hatte es den Anschein, als ob die in unmittelbarer Nähe des Gummiraumes liegenden Stärkekörner kleiner als die entfernteren wären; vielleicht geht die Auflösung der Stärkekörner ohne vorhergehende chemische Umwandlung des ganzen Kornes partiell vor sich. Aus diesen Angaben scheint zur Genüge hervorzugehen, daß das bei Bromeliaceen vorkommende Gummi

[1] Wigand A., l. c., p. 143 ff.

[2] Möller J., Über die Entstehung des Acaciengummi. Diese Sitzungsberichte, LXXII. Bd., I. Abt., Jahrg. 1875, p. 219.

[3] Mikosch, l. c., p. 932.

om The Biodiversity Heritage Library-http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

seine Entstehung hauptsächlich der Membranmetamorphose verdankt, daß es also vorwiegend Membrangummi[1] ist. Die Annahme einer Zuwanderung von Nahrungssäften zu den Orten der Gummibildung, wie sie bei den Amygdaleen gemacht wurde, da man sich sonst die dort enorme Masse des zutage tretenden Gummi nicht erklären könnte, ist in den von mir gesehenen Fällen unnötig; einmal ergab die anatomische Untersuchung keine Anhaltspunkte hierfür, andrerseits erklärt sich die verhältnismäßig bedeutende Größe der hervorgequollenen Gummimassen durch den hohen Gehalt an Quellungswasser; läßt man sie eintrocknen, so ist man erstaunt über die winzige Menge der zurückbleibenden Trockensubstanz, für deren Entstehung die geschilderte Art der Gummibildung wohl ausreichen dürfte.

Disposition gewisser Gewebselemente zur Gummibildung. Manche Gewebselemente — so scheint es wenigstens — sind in hohem Grade zur Gummosis disponiert, hierher gehört in erster Linie die p. 1039 beschriebene, der Epidermis der in der Stammrinde verlaufenden Wurzel aufgelagerte, weißglänzende Schicht; schon ihre Entstehungsweise — sie ist ja durch teilweise Auflösung der beim Durchbruch der Wurzel beiseite geschobenen Zellen entstanden — macht ihre Neigung zum Übergang in Gummi begreiflich; so kann man häufig bemerken, daß sie sich bedeutend erweitert, indem sie verquillt; mit Rutheniumrot färbt sie sich intensiv aus, schließlich können sich die angrenzenden Zellen der Wurzelrinde thyllenartig in das Gummi vorwölben, wie es schon an anderer Stelle besprochen worden ist (Fig. 14, Taf. III). Schreitet die Gummosis noch weiter fort, dann wird oft das ganze Gewebe um die Wurzel herum aufgelöst und sie erscheint in dem Gummi förmlich eingebettet.

---

[1] Diese Bezeichnung hat zuerst Tschirch (Ber. d. d. bot. Ges., 1888, p. 3) gebraucht und an die Stelle der von ihm früher verwendeten Benennung »pathologisches Gummi« gesetzt; dieser letztere Ausdruck soll nach ihm nur für das bei Verwundungen auftretende Gummi gebraucht werden. Zu diesen Gummiarten stellt Tschirch das »physiologische oder Schutzgummi« in Gegensatz.

om The Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Hier sollen dann auch noch merkwürdige Veränderungen der raphidenhältigen Schleimzellen bei gewissen Bromeliaceen beschrieben werden, die sicherlich mit der Gummibildung zusammenhängen und darauf zu deuten scheinen, daß auch diese Zellen gelegentlich leichter und rascher in Gummi übergehen als das umgebende Gewebe. Bei *Guzmannia Zahnii* (Fig. 11, Taf. II) fand ich allerdings sehr selten solche Zellen; sie sind mit einer dunkelbraunen anscheinend gummösen Masse — sie färbte sich mit Rutheniumrot intensiv — erfüllt, der die Raphiden eingebettet sind; ihre weißglänzenden Querschnitte bilden ein leuchtendes Mosaik, das einem Facettenauge vergleichbar von dem dunklen Untergrund in wirkungsvoller Weise sich abhebt; noch schöner gestaltet sich dieser Anblick im polarisierten Licht; manchmal erschienen mir die in solchen Zellen gelegenen Raphiden korrodiert, vielleicht gingen sie ihrer Auflösung entgegen. In ähnlicher Weise verändert und auch häufiger sah ich derartige Raphidenzellen bei *Aregelia Laurentii* (Fig. 9, Taf. II); diese hier besonders durch ihre Größe auffallenden Zellen waren von mächtig gequollenem Gummi fast ganz erfüllt, nur in der Mitte befand sich ein von einer dünnen Haut ausgekleideter Spalt vor, in dem sich jedenfalls die Raphiden, die entweder beim Schnitt herausgefallen oder vielleicht schon vorher aufgelöst worden waren, befunden hatten; mit Rutheniumrot erhält diese Gummimasse eine brillante Färbung, bei Zusatz von Alkohol zieht sie sich, stark geschrumpft, an die Wand der umliegenden Zellen zurück, die den Spalt auskleidende Membran zurücklassend. Bei *Billbergia Windi* und *Billbergia nutans* beobachtete ich Ähnliches. Zuletzt möge noch ein derartiger Fall bei *Acchmea miniata* var. *discolor* zur Sprache kommen (Fig. 23, Taf. III); er betrifft eine Raphidenzelle, die in dem bereits beschriebenen »Gummikollenchym« im äußeren Teil der Stammrinde lag, an einer Stelle, wo ein geringer Gummiaustritt erfolgt war; auch hier ist deren Lumen mit gelb gefärbtem Gummi erfüllt, in dessen Mitte das quergeschnittene Raphidenbündel eingebettet liegt; die umliegenden Zellen sind merkwürdigerweise in phellogenartige Teilungen eingegangen, was später noch zur Sprache kommen soll.

om The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Versuch einer Erklärung des Gummiflusses bei Bromeliaceen.

Mannigfache Umstände weisen darauf hin, daß das Gummi in den von ihm voll gefüllten Höhlungen gegen die Wand einen anscheinend nicht unbeträchtlichen Druck ausübt, dem natürlich auch ein Gegendruck der Wandung auf den gummösen Inhalt entspricht; so kann man des öftern bemerken, daß die an Räume solcher Art grenzenden Zellen in tangentialer Richtung zum Gummiraum gepreßt erscheinen, ja manchmal treten in einzelnen von ihnen tangentiale Teilungen auf und es macht ganz den Eindruck, als ob die Zellen, dem auf ihnen lastenden Drucke nachgebend, sich geteilt hätten, um sich von der ihnen unangenehmen Spannung zu befreien. Aber auch auf andere Weise gelingt es, sich von dem in den Gummiräumen herrschenden Drucke zu überzeugen, man braucht einfach den Stamm z. B. von *Aechmea Pineliana* mit einem Messer anzustechen; alsdann dauert es nicht lange und das Gummi kommt bisweilen in Form einer in die Länge gezogenen, gewundenen Masse ähnlich den in Handel kommenden Tragantstücken hervor; auch sonst beim Abschneiden eines Seitensprosses von der Mutterpflanze quellen aus der Schnittfläche hellglänzende Gummitröpfchen hervor, weil eben der früher allseits gedrückte Inhalt des Gummiraumes eine einseitige Druckentlastung erfährt. Dieser so sich äußernde Druck kann wohl nur auf die Quellung des in den Höhlungen befindlichen Gummi zurückgeführt werden, welches das Bestreben hat, einen größeren als den ihm zu Gebote stehenden Raum auszufüllen. Das Vorhandensein dieses Quellungsdruckes, sowie die Tatsache, daß Gummiräume oft nahe der Oberfläche des Stammes, nur wenige Zellreihen von ihr getrennt liegen können, sind zwei Faktoren, die das Eintreten des Gummiflusses sicherlich sehr begünstigen, ja vielleicht in manchen Fällen an und für sich ausreichen dürften, es vollauf zu erklären.

Der Gummifluß kann durch äußere Eingriffe hervorgerufen werden, indem eine hierzu geeignete Bromeliacee durch einen Stich in den Stamm verletzt wird. Der hierauf erfolgende Austritt des Gummi ist in diesem Falle nicht etwa in einer physiologischen Reaktion der Pflanze auf die Verwundung hin

om The Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

begründet, wie z. B. beim Kirschgummi, sondern erfolgt rein mechanisch, indem durch den Stichkanal ein oder mehrere Gummiräume eröffnet werden. Sehr reichlicher Gummifluß trat einmal an einigen Exemplaren von *Guzmannia Zahnii* ein, als diese umgepflanzt und ihnen hierbei die untersten, schon ganz vertrockneten Blätter abgerissen wurden; hierdurch wurden zahlreiche Gummiräume bloßgelegt, aus denen sich dann der gummöse Inhalt nach außen ergoß. So dürfte sich eine ziemliche Zahl von Gummiflüssen, die ich bei Bromeliaceen gesehen habe, auf äußere mechanische Insulte zurückführen. Bezüglich dessen, daß auch an den natürlichen Standorten der Bromeliaceen oft Eingriffe von außen den Gummifluß veranlassen dürften, braucht nur an die *Castnia*-Raupe erinnert werden, die nach Leybold[1] »sich gleich nach dem Auskriechen in das Innere der bromeliaähnlichen Pflanze einbohrt, nach auf- und abwärts Gänge baut, worauf der Ausfluß des Gummi erfolgt«. Wiesner[2] äußert, auf die von Mez[3] gemachte Beobachtung von lysigenen Gummiräumen im Zentralzylinder von *Puya (Pourretia)* sich stützend, die sehr treffende Vermutung, »daß der Angriff durch die Raupe die Gummibildung nur begünstige«. Vielleicht kommt der *Castnia*-Raupe unwillkürlich die Rolle zu, dem schon gebildeten Gummi den Weg nach außen zu bahnen. Aber auch im Inneren der Pflanze sich abspielende Vorgänge können den Austritt von Gummi aus der Pflanze nach sich ziehen; wie oben bereits mitgeteilt wurde, kommt es öfter vor, daß Gummiräume in der Rinde eine durch sie wachsende Wurzel ganz umkleiden können; wo dann deren Durchbruch nach außen erfolgt, kann leicht auch das sie begleitende Gummi austreten; und endlich könnte man sich in gewissen Fällen das Zustandekommen des Gummiflusses auch so vorstellen, daß in den peripher gelegenen Gummiräumen durch Quellung des reichlich erzeugten Gummi ein solcher Druck erzeugt wird, daß das über ihnen gelegene

[1] Leybold, Zeitschr. d. allg. öst. Apothekerver., 1871, p. 372, zit. nach Wiesner, Rohstoffe, l. c., p. 123.

[2] Wiesner J., Rohstoffe, l. c., p. 124.

[3] Mez C., l. c., p. LII.

om The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Gewebe zerreißt und so dem Gummi der Weg nach außen geschaffen wird.

In allen diesen Fällen quillt das ausgetretene Gummi noch mehr, wohl bis zur äußersten Grenze seiner Quellungsfähigkeit, denn die Bedingungen hierzu (feuchte Luft des Glashauses, häufiges Gießen) sind vorhanden und auf diese Weise dürfte es zur Bildung jener Gummimassen kommen, wie sie die Abbildung (Fig. 7, Taf. II) zeigt.

Untersucht man nach einiger Zeit jene Stellen, wo ein Austritt des Gummi erfolgt ist, so findet man die Reste der offenen Gummiräume, die ihren Inhalt größtenteils nach außen entleert haben, mit dem sie umgebenden Rindenparenchym durch eine wohl entwickelte Peridermschichte von der übrigen Pflanze getrennt; diese Tatsache stimmt auch mit den sonst bei Pflanzen gemachten Erfahrungen überein; denn die hier durch den Gummifluß verursachte Blöße muß eben durch die Bildung von Kork unschädlich gemacht werden; solchen Wundkork fand ich bei *Aechmea Pineliana, Pitcairnia Roezlii* u. a.

Ist die Gummibildung ein normaler oder pathologischer Prozeß?

Diese Frage ließe sich mit Sicherheit eigentlich nur am Standort der betreffenden Bromeliacee beantworten; man brauchte einfach eine genügend große Zahl von Pflanzen derselben Art, bei der man Gummibildung beobachtet hat, auf ihr Vorhandensein untersuchen; würde es sich herausstellen, daß es hier in ähnlicher Weise wie bei der Kirsche oder *Acacia Senegal*,[1] der Stammpflanze des arabischen Gummi, Pflanzen gibt, die keine Spur von Gummi besitzen, dann hätte man es zweifellos mit einem pathologischen Prozeß zu tun. Allein ich mußte mich darauf beschränken, ähnliche Versuche, und diese auch nur in den allerbescheidensten Grenzen auszuführen, indem ich mir Exemplare, z. B. von *Guzmannia Zahnii* aus drei verschiedenen Gärtnereien Mitteleuropas senden ließ; aber

[1] Tschirch, l. c., p. 213.

om The Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

alle zeigten stark entwickelte Gummiräume, nur bei zwei von verschiedenen Orten stammenden Stücken von *Vriesea splendens* konnte sich ein deutlicher Unterschied in der Intensität der Gummibildung feststellen lassen.

Abgesehen von diesen so ziemlich negativen Versuchen möchte ich dennoch aus folgenden Gründen zu der Ansicht neigen, daß der hier in Betracht kommende Prozeß ein pathologischer sei. Hierfür spricht zunächst die unregelmäßige Anordnung der Gummiräume und ihre sehr schwankende Zahl in den einzelnen Pflanzen; es gibt Bromeliaceen, die Gummi nur in Spuren bilden, die sich schwer auffinden lassen; in solchen Fällen kann man sich recht gut denken, daß gelegentlich diese spärliche Gummibildung auch gänzlich unterbleibt; ja bei *Aechmea miniata* var. *discolor* fand sich in der ganzen Pflanze ein einziger Gummiraum. Er zeigte eine Eigentümlichkeit, die als Hauptgrund für meine ausgesprochene Vermutung, daß die Gummibildung pathologisch sei, hingestellt sein möge; wie Fig. 10, Taf. II, zeigt, ist der hier abgebildete, in Wirklichkeit mit braunem Gummi erfüllte Raum von einem typisch entwickelten Peridermmantel umgeben, der in der Weise entstanden ist, daß in den in den Gummiraum vorwachsenden »Thyllen« und in den angrenzenden Zellen Korkbildung eintrat. Die Pflanze schließt sich also in dem abgebildeten Falle gegen das Gummi ab, sie scheint sich vor der weiteren Ausbreitung der Gummosis schützen zu wollen, indem sie deren Bildungsherd im Keime zu ersticken sucht; es ist ihr das jedoch nicht vollständig gelungen, da die Gummosis auch über den gegen sie errichteten Schutzwall hinweg, das seitlich angrenzende Gewebe ergriffen hat, wo man einen mit farblosem Gummi erfüllten Raum *(gr)*, der seine lysigene Entstehungsweise deutlich bekundet, wahrnehmen kann. Dieselbe Erscheinung fand ich dann noch bei *Aechmea fulgens* var. *discolor* und *Guzmannia Zahnii*.[1] Von besonderem Interesse dürfte eine ebenfalls hierher gehörende an *Aechmea miniata* var. *discolor* gemachte Beobachtung sein, die

[1] Ähnlich deutet auch Mikosch (l. c., p. 948) das schon von Wigand (l. c., p. 132) beobachtete Auftreten von Periderm im Rindengewebe der Kirsche, wo ebenfalls die Pflanze zu ihrem Schutze gummöse Partien durch Korkbildung vom übrigen Gewebe abschließt.

om The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

darauf deutet, daß nicht nur schon fertige Gummiräume, sondern gelegentlich auch in Gummosis geratene raphidenhältige Schleimzellen vom übrigen Gewebe abgesondert werden. Fig. 23, Taf. III, stellt eine solche dar; die sie umlagernden Zellen gehen in phellogenartige Teilungen ein, wodurch augenscheinlich eine Isolation derselben bezweckt wird, weil vermutlich manchmal gerade solche Raphidenzellen wirksame Ausgangspunkte für die weitere Verbreitung der Gummosis darstellen. Wenn sich also die Pflanze gegen das Gummi abschließt, so scheint daraus klar hervorzugehen, daß die Gummibildung pathologisch ist und auf die Pflanze irgend einen schädigenden Einfluß ausübt. Vielleicht sind auch die Thyllenbildungen in den Gummiräumen so zu deuten, daß ihnen die Aufgabe zufällt, die Gummiräume zu verstopfen, was ihnen auch tatsächlich in mehreren von mir beobachteten Fällen vollständig gelungen ist (Fig. 8, Taf. II).

Was endlich die Ursache der Gummibildung sei, so kann ich darüber keinen Aufschluß geben, denn alle diesbezüglichen Versuche, Verwundungen, mannigfache Kulturmethoden (bestimmte Bodenmischungen, Wasserkulturen, Kulturen auf Kork) gaben keine brauchbaren Resultate; die verschiedenen Bromeliaceen zugefügten Stichwunden heilten durch Korkbildung aus und auch hinsichtlich der Gummibildung war trotz der verschiedenen Kulturarten kein Unterschied nachweisbar. Daß nach dieser Richtung die Untersuchungen keine Anhaltspunkte gaben, darf nicht wundernehmen, wenn man bedenkt, daß die Ursachen der schon so lang bekannten, leicht zugänglichen und schon so oft untersuchten Kirschgummibildung noch nicht völlig erkannt sind.

Gummöse Verstopfungen der Gefäßbündelemente.

Einer ungemein großen Verbreitung im Pflanzenreich erfreut sich die Erscheinung, daß Elemente der Gefäßbündel, hauptsächlich Gefäße, von Gummi, dem sogenannten Gefäßgummi verlegt werden. Für die Holzgewächse ist dies schon seit langer Zeit bekannt, für die krautigen Pflanzen von Molisch[1] festgestellt worden.

[1] Molisch, l. c., 1888, p. 289.

om The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Auch die Bromeliaceen weisen ein solches Vorkommen des Gummi auf, und zwar in weit verbreitetem Maße; es fand sich, nur um einige Beispiele anzuführen bei *Guzmannia Zahnii, Guzmannia Peacockii, Ananas sativus, Aechmea fulgens* var. *discolor, Puya violacea, Pitcairnia Roezlii, Aregelia Laurentii* u. a. Besonders die Gefäße, aber auch die anderen Bestandteile des Fibrovasalstranges, auch die des Phloëms, sind mit Gummi erfüllt, mögen sie einem kollateralen Gefäßbündel des Stammes oder einem radiären der Wurzel angehören. Das Gummi ist meist von gelber oder brauner Farbe, auch farblos in dünnen Schnitten, manchmal zeigt es eine granulierte Struktur. Mit Rutheniumrot färbt es sich tiefrot und mit dem Millon'schen Reagens gibt es jene intensive Rotfärbung, die Krasser[1] für die Zellwände der Bromeliaceen festgestellt hat. Schon dieser Umstand deutet darauf hin, daß auch dieses Gummi seinen Ursprung von der Membran herleitet; und das bestätigt auch die anatomische Untersuchung. In einem mit Gummi erfüllten Gefäßbündel von *Ananas sativus* waren die Wände der einzelnen dasselbe zusammensetzenden Elemente derart resorbiert, daß sie kaum mehr erkennbar waren. In der Regel aber sind die Wände selbst intakt, so ist z. B. die schraubige Verdickung der mit Gummi erfüllten Gefäße meist vollständig erhalten. Hier muß eine Zuwanderung des Gummi aus der Umgebung des Gefäßbündels erfolgt sein und tatsächlich finden sich in ihr auf Gummibildung deutende Veränderungen mannigfacher Art, hauptsächlich Verbreiterungen der Membran; aus zahlreichen diesbezüglichen Beobachtungen mögen nur zwei in den Fig. 17, 21, Taf. III, wiedergegeben werden, wo die Gummibildung von der Membran, und zwar aller Wahrscheinlichkeit nach von der Mittellamelle ausgeht. Manchmal endlich scheint jedoch die Umgebung solcher gummiführender Gefäßbündel vollständig frei von Gummibildung zu sein; hier dürfte die Annahme berechtigt erscheinen, daß sich das Gummi innerhalb der Gefäße verschieben kann, eine Annahme, die dadurch

---

[1] Krasser F., Untersuchungen über das Vorkommen von Eiweiß in der pflanzlichen Zellhaut etc. (Diese Sitzungsberichte, Wien, XCIV. Bd., I. Abt., 1886, p. 148 ff).

om The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

gestützt wird, daß die Gefäße oft auf weite Strecken hin mit Gummi erfüllt sind und daß sich eine Verbindung des gummösen Inhaltes der Gefäße der Wurzel mit denen des Stammes nachweisen ließ.

Zusammenfassung der wichtigsten Resultate.

1. Molisch machte an der in unseren Glashäusern des öfteren kultivierten Bromeliacee, *Guzmannia Zahnii*, die Beobachtung, daß aus ihrem Stamme bisweilen größere Gummiballen heraustreten. Dieser »Gummifluß« konnte noch bei 15 anderen Bromeliaceenarten festgestellt werden. Das ausgetretene Gummi stammt aus Gummiräumen, welche ihren Hauptsitz im Parenchym des Stammes und hier wieder hauptsächlich in der Rinde haben, wie sie schon Mez bei zahlreichen Bromeliaceen gefunden hat. Nur bei *Pitcairnia Roezlii* konnte Gummibildung im untersten Teile der Blätter beobachtet werden. Unter den physikalischen und chemischen Eigenschaften des in den Gummiräumen vorhandenen Gummi sei seine Färbbarkeit mit Mangin's Rutheniumrot hervorgehoben, die sowohl der Untersuchung der ersten Entwicklungsstadien zustatten kommt, als auch einen Hinweis auf seine Abstammung zu bieten scheint. Das Gummi bei *Quesnelia roseo-marginata* färbte sich auf Zusatz von Jod grün. Ein auffallendes Verhalten zeigen die die Gummiräume auskleidenden Wandzellen, welche thyllenartig in die Gummimasse hineinwachsen und in manchen Fällen den Gummiraum ausfüllen können. Die meisten Gummiräume bekunden eine lysigene Entstehung, die auch Mez ihnen zuspricht; ein Teil dürfte aber auch auf schizolysigene Weise entstanden sein. Das Gummi leitet sich in erster Linie von der Membran ab, wie es auch Hartwich auf Grund der Untersuchung des Chagualgummi annahm, und zwar scheint in ihr die Gummosis von außen nach innen vorzuschreiten; aber auch der Zellinhalt nimmt Anteil an der Bildung des Gummi. Gewisse Gewebselemente, so z. B. jene Schichte, welche die durch die Stammrinde wachsende Wurzel umkleidet, ferner raphidenhältige Schleimzellen mancher Bromeliaceen sind für die Gummosis anscheinend besonders disponiert. Der Gummifluß kann künstlich hervorgerufen werden,

om The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

aber auch auf natürliche Weise zustande kommen; für seine Erklärung ist von besonderer Wichtigkeit der in den Gummiräumen herrschende Druck, der sich in mehrfacher Beziehung äußert. Die Gummibildung dürfte als pathologischer Vorgang angesehen werden, ihre Ursache ist unbekannt. Auch bei Bromeliaceen werden häufig die Elemente der Fibrovasalstränge mit Gummi verlegt, das bei Behandlung mit dem Millon'schen Reagens die von Krasser an den Zellmembranen der Bromeliaceen beobachtete Rotfärbung annimmt.

2. Im Stamme der Bromeliaceen sieht man mit mehr minder großer Deutlichkeit an der Grenze zwischen Zentralzylinder und Rinde eine ringförmige meristematische Zone, in der meist tangentiale Teilungswände und Gefäßbündelanlagen auftreten; dieses Meristem hat in den unteren Partien des Stammes die Form eines Zylindermantels, höher aber verläuft es, einen Kegelmantel bildend, bis unmittelbar in den Vegetationspunkt. Dieser Umstand, daß es sich stets bis in den Stammscheitel verfolgen läßt, sowie die Beobachtung, daß es sich in der ganz jungen Pflanze nur auf ein kurzes Stengelstück unterhalb des Vegetationspunktes erstreckt und mit zunehmendem Alter der Pflanze an Ausdehnung beträchtlich gewinnt, weisen darauf hin, daß dieses Meristem primärer Natur ist, da es sich direkt aus dem Urmeristem des Stammscheitels ableitet. Dadurch erscheinen die Bromeliaceen zu jener Gruppe von Monokotylen gestellt, deren Stamm durch die Tätigkeit eines in der Stammspitze befindlichen kambialen Kegelmantels zu einem vorübergehenden primären Dickenwachstum befähigt wird. Auffallend sind an ihm zwei primären Meristemen in der Regel nicht zukommende Eigenschaften, seine jahrelang andauernde Tätigkeit, welche erst mit der Blütenbildung ihr völliges Ende erreicht und sein verhältnismäßig tiefes Herabreichen im Stamme.

3. In den Parenchymzellen des Stammes von *Aechmea Pineliana* tritt nach Behandlung mit Chlorzink-Jod eine intensiv blaugefärbte Fällung auf, die von einem gerbstoffartigen, in diesen Zellen gelösten Stoff von gelber Farbe herrühren dürfte. Ferner wurde noch ein zweiter unbekannter Stoff bei *Aechmea Pineliana* aufgefunden, der in Form von braunen Krystallsphäriten postmortal im Parenchym ausfällt.

om The Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Figurenerklärung.

Tafel I.

Fig. 1 bis 4. Querschnitte durch den mittleren Teil des Stammes von *Aechmea Pineliana*. Vergrößerung zirka 340.
Fig. 1. Ein Teil aus der an der Grenze zwischen Zentralzylinder und Rinde gelegenen, meristematischen Ringzone mit zahlreichen tangentialen Teilungen, und zwei Gefäßbündelanlagen (Text p. 1042).
Fig. 2, 3, 4. Verschiedene Entwicklungstadien eines Fibrovasalstranges (Text p. 1043).

Fig. 5. Radialer Längsschnitt durch den Stamm von *Aechmea Pineliana* in natürlicher Größe. Die Buchstaben *(a, b, c, d)* bezeichnen die Lage der im Texte p. 1049 beschriebenen Querschnitte durch den Stamm; *bl* Ansatzstellen der Blätter, *r* Rinde, *cc* Zentralzylinder des Stammes, *w* Wurzelquerschnitt.

Tafel II.

Fig. 6. Ein Gummiraum von *Guzmannia Zahnii*, in den die Nachbarzellen thyllenartig vorwachsen, im Tangentialschnitt. Vergrößerung 45 (Text p. 1062).

Fig. 7. Ausgeflossene Gummimassen *(gm)* am Grunde des Stammes von *Guzmannia Zahnii* (Text p. 1033).

Fig. 8. Ein mit thyllenähnlichem Parenchym ganz ausgefüllter Gummiraum von *Guzmannia Zahnii*. Tangentialschnitt. Vergrößerung 50 (Text p. 1062).

Fig. 9. Mit gequollenem farblosem Gummi erfüllte Schleimzelle im Stamme von *Aregelia Laurentii*; in dem in ihrer Mitte sichtbaren Spalt befand sich ein Raphidenbündel. Querschnitt. Vergrößerung 230 (Text p. 1070).

Fig. 10. Ein Gummiherd, von einem Peridermmantel umgeben, in der Rinde des Stammes von *Aechmea miniata* var. *discolor*, quergeschnitten; *gr* ein mit farblosem Gummi erfüllter Raum außerhalb des Periderms. Vergrößerung 35 (Text p. 1074).

Fig. 11. Mit braunem Gummi erfüllte raphidenhältige Schleimzelle im Stamme von *Guzmannia Zahnii*. Querschnitt. Vergrößerung 230 (Text p. 1070).

Tafel III.

Fig. 12 und 18. Schizogene Entstehung eines Gummiraumes im oberen Teil des Stammes eines jungen Seitensprosses von *Guzmannia Zahnii*. Radialschnitt. Vergrößerung 340 (Text p. 1065, 1066).
Fig. 12. Ein anscheinend schizogen entstandener Raum in nächster Nähe des primären Meristems *(m)*.
Fig. 18. Ein noch sehr junger, aber bereits Gummi enthaltender Raum.

Fig. 13. Gummiraum, in den fadenartige Thyllenbildungen hineinragen, in der Rinde des Stammes von *Guzmannia Zahnii*. Querschnitt. Vergrößerung 340 (Text p. 1061).

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biolog

Fig. 14. Gummosis der eine rindenläufige Wurzel im Stamme umkleidenden Schicht, in die sich die angrenzenden Zellen der Wurzelrinde thyllenartig vorwölben, bei *Pitcairnia Roezlii*. Querschnitt. Vergrößerung 340 (Text p. 1069).

Fig. 15. Ein Gummiraum im Zentralzylinder des Stammes von *Aechmea Pineliana*, in dem die thyllenartigen Bildungen allmählich in Gummi übergehen. Querschnitt. Vergrößerung 340 (Text p. 1067).

Fig. 16. Bandartige Verbreiterungen der gummösen Membran aus einem Längsschnitt durch einen jungen Seitensproß von *Aechmea Pineliana*. Vergrößerung 340 (Text p. 1067).

Fig. 17 und 21. Gummöse, vermutlich von der Mittellamelle ausgehende Erweiterung der Membran im untersten Teile des Stammes von *Guzmannia Zahnii* in der Nähe eines Gefäßbündels. Längsschnitt. Vergrößerung 560 (Text p. 1076).

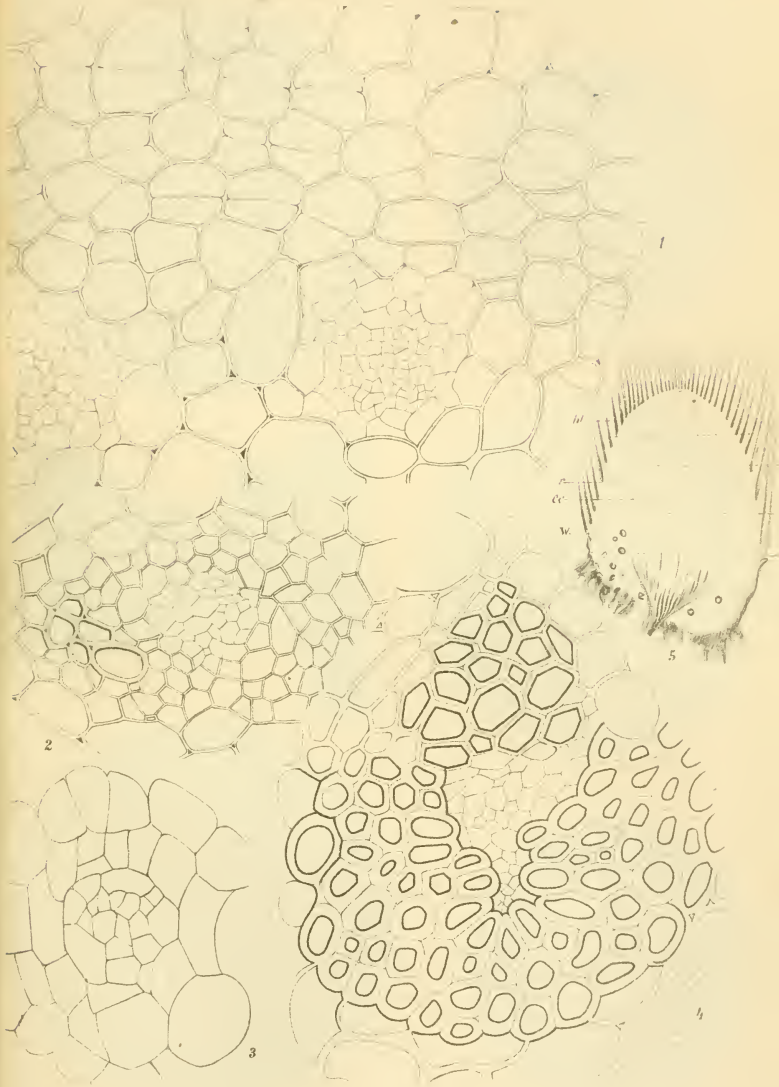
Fig. 19. Kollenchymartige Ausfüllung von Interzellularen mit Gummi im Rindenparenchym des Stammes von *Aechmea miniata* var. *discolor*. Querschnitt. Vergrößerung 340 (Text p. 1067).

Fig. 20. Gummitröpfchen im Stammparenchym von *Aechmea Pineliana*. Vergrößerung 340 (Text p. 1067).

Fig. 22. Gummibildung im Blattparenchym von *Pitcairnia Roezlii*. Radialschnitt. Vergrößerung 340 (Text p. 1067).

Fig. 23. Gummöse raphidenführende Schleimzelle, umgeben von Zellen mit phellogenartigen Teilungen in der Rinde des Stammes von *Aechmea miniata* var. *discolor*. Querschnitt. Vergrößerung 340 (Text p. 1070, 1075).

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biolog

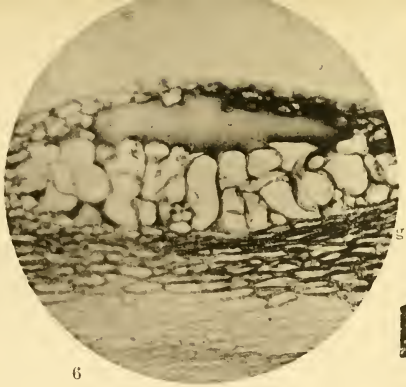


tor del.

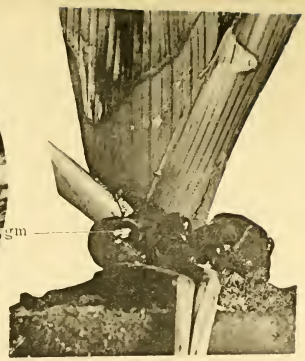
Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Klasse, Bd. CXVII. Abth. I. 1908.

ad from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiez

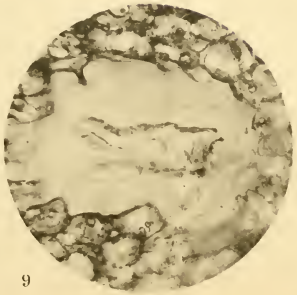


6

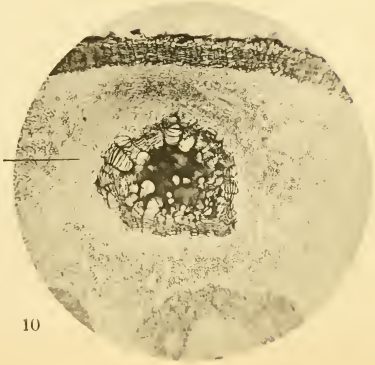


7

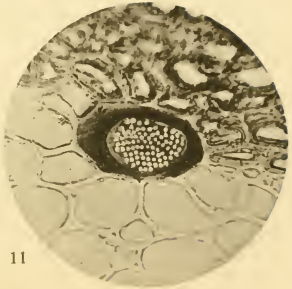
8



9



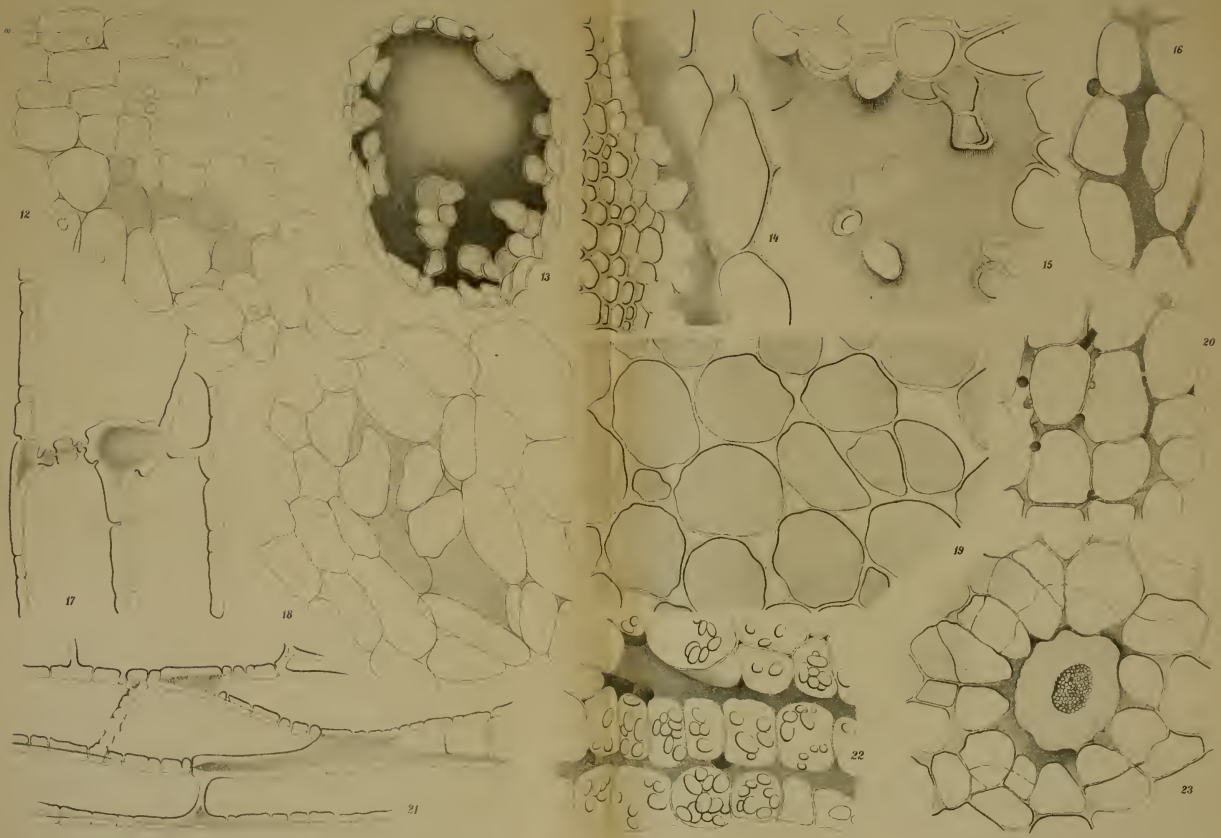
10



11

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

ad from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiez

om The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum